



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Viabilidad, diseño y plan de implantación y de negocio de un aeropuerto regional en Europa

Documento:

Anexos

Autor:

Álvaro Mestanza Ortega

Director:

Rubén Martínez Sevillano

Titulación:

Grado en Ingeniería en Tecnologías Aeroespaciales

Convocatoria:

Primavera, 2022.

TREBALL DE FI D'ESTUDIS



Índice

1	<i>Project Charter</i>	1
1.1	Objeto	1
1.2	Alcance	1
1.3	Requisitos	2
1.4	Justificación	3
1.5	Calendario	4
2	Aeronaves	9
2.1	Ryanair	9
2.2	Blue Air	10
2.3	TAROM Romanian Air Transport	11
2.4	Wizz Air	13
3	Previsión de tráfico	14
3.1	PIB de Rumanía	14
3.2	Población de Rumanía	15
3.3	Población condados	16
3.4	Resultados del modelo econométrico	18
4	Vientos	19



Índice de figuras

1.1	Mapa de los aeropuertos europeos con un tráfico anual superior al millón de pasajeros en 2021. Imagen extraída de [1].	3
1.2	Estructura de descomposición del trabajo.	4
1.3	Diagrama de Gantt del Trabajo de Fin de Grado.	8

Índice de tablas

1.1	Descripción de las tareas a realizar (I).	4
1.2	Descripción de las tareas a realizar (II).	5
1.3	Descripción de las tareas a realizar (III).	6
1.4	Dependencia y duración de las diferentes tareas.	7
2.1	Principales características del Boeing 737-800. Información extraída de [3].	9
2.2	Principales características del Boeing 737-300. Información extraída de [3].	10
2.3	Principales características del Boeing 737-500. Información extraída de [3].	10
2.4	Principales características del Boeing 737-800. Información extraída de [3].	10
2.5	Principales características del Airbus A318-111. Información extraída de [6].	11
2.6	Principales características del ATR 42-500. Información extraída de [7].	11
2.7	Principales características del ATR 72-500. Información extraída de [8].	11
2.8	Principales características del ATR 72-600. Información extraída de [9].	12
2.9	Principales características del Boeing 737-300. Información extraída de [3].	12
2.10	Principales características del Boeing 737-500. Información extraída de [3].	12
2.11	Principales características del Boeing 737-800. Información extraída de [3].	12
2.12	Principales características del Airbus A320-200. Información extraída de [11].	13
2.13	Principales características del Airbus A321neo. Información extraída de [12].	13
3.1	Evolución del PIB de Rumanía I. Información extraída de [13] y [14].	14
3.2	Evolución del PIB de Rumanía II. Información extraída de [13] y [14].	15
3.3	Evolución de la población de Rumanía. Información extraída de [15].	15
3.4	Población de los condados de los clientes potenciales I.	16
3.5	Población de los condados de los clientes potenciales II.	17
3.6	Resultados del modelo econométrico.	18
4.1	Vientos durante los últimos cinco años en Ciuslea. Resultados en valores absolutos. Información extraída de [20].	20
4.2	Vientos durante los últimos cinco años en Ciuslea. Resultados en porcentajes. Información extraída de [20].	21



Lista de abreviaturas

CAD: Computer-aided Design

IATA: International Air Transport Association

MFW: Maximum Fuel Weight

MLW: Maximum Landing Weight

MTOW: Maximum Take-Off Weight

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

PIB: Producto Interior Bruto

SATE: Sistema Automatizado de Tratamiento de Equipajes

Capítulo 1

Project Charter

Este capítulo mostrará el acta de constitución del proyecto, más conocido por su nombre en inglés, el cual es *project charter*. y contiene los objetivos, alcance, requisitos, justificación y el calendario previsto para la realización del proyecto.

1.1 Objeto

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado consiste en diseñar los lados tierra y aire de un nuevo aeropuerto regional situado en Europa que sea viable tanto técnica como económicamente. Para ello, se seleccionará un emplazamiento adecuado y se realizará el diseño ya mencionado. Finalmente, también se realizarán un estudio de la viabilidad del aeropuerto además de un plan de negocio y de implantación del mismo.

1.2 Alcance

Este TFG incluirá:

- La selección del emplazamiento final del aeropuerto. En este apartado se preseleccionarán diferentes localizaciones posibles para situar el aeropuerto y se realizará una comparación entre diferentes factores, como los económicos (evolución del PIB), y demográficos, (evolución de la población), para poder elegir el emplazamiento final del aeropuerto.
- La previsión de tráfico del aeropuerto que se va a diseñar. Para ello, se realizará un estudio sobre el tráfico de los aeropuertos cercanos, la prognosis de tráfico y la interpretación de los resultados obtenidos.
- Un estudio sobre la meteorología de la región en el que se incluirá la dirección y velocidad del viento y la climatología para poder decidir la orientación de las pistas.
- Estudio de la capacidad del campo de vuelo.

- El diseño del lado aire en el que se incluye el dimensionado de las pistas necesarias y de las calles de rodadura además del diseño y dimensionado de la plataforma. En este apartado también se diseñarán las instalaciones de deshielo si fuesen necesarias.
- El diseño de las servidumbres físicas del aeropuerto.
- El diseño del lado tierra. En este apartado se diseñará y dimensionará la terminal, se determinará la altura y posición de la torre de control y se determinará la cantidad de vehículos necesarios en el servicio de extinción de incendios.
- Un estudio del impacto medioambiental del aeropuerto en el que se incluirá la contaminación acústica y las emisiones provocadas por el aeropuerto.
- Un breve estudio económico del aeropuerto.
- Un plan de implantación para el proyecto.

Este TFG no incluirá:

- El diseño del sistema SATE del aeropuerto.
- El análisis del pavimento del lado aire y de los materiales empleados en la construcción de los diferentes edificios.
- El diseño de la decoración interior del edificio terminal ni de los diferentes mostradores.
- El diseño del sistema eléctrico del aeropuerto.
- El diseño de los tanques en los que se guardará el combustible necesario para los aviones.
- El análisis y diseño de los sistemas de ayuda a la navegación (VOR, NDB, ILS...).
- El diseño exterior de la torre de control y del edificio del servicio de salvamento y extinción de incendios.

1.3 Requisitos

Los requisitos para este Trabajo de Fin de Grado son los siguientes:

- El aeropuerto que se va a diseñar debe estar localizado en Europa.
- El aeropuerto que se va a diseñar debe ser de carácter regional.
- El lado aire del aeropuerto debe ser diseñado siguiendo la normativa de la OACI, en específico, el Volumen I del Anexo 14.
- El lado tierra del aeropuerto debe ser diseñado siguiendo las especificaciones de la IATA.
- El modelo CAD del aeropuerto será realizado mediante SolidWorks.
- La prognosis de tráfico se realizará mediante Excel.

1.4 Justificación

Como se puede observar en la figura 1.1, la densidad de aeropuertos que superan el millón de pasajeros anuales es bastante alta en la parte oeste del continente europeo exceptuando los alrededores de Madrid y París. Sin embargo, la densidad en la zona oriental de Europa es bastante más baja. Es por ello que el diseño y la implantación de un aeropuerto regional sería beneficioso en términos de cubrir dichas zonas.

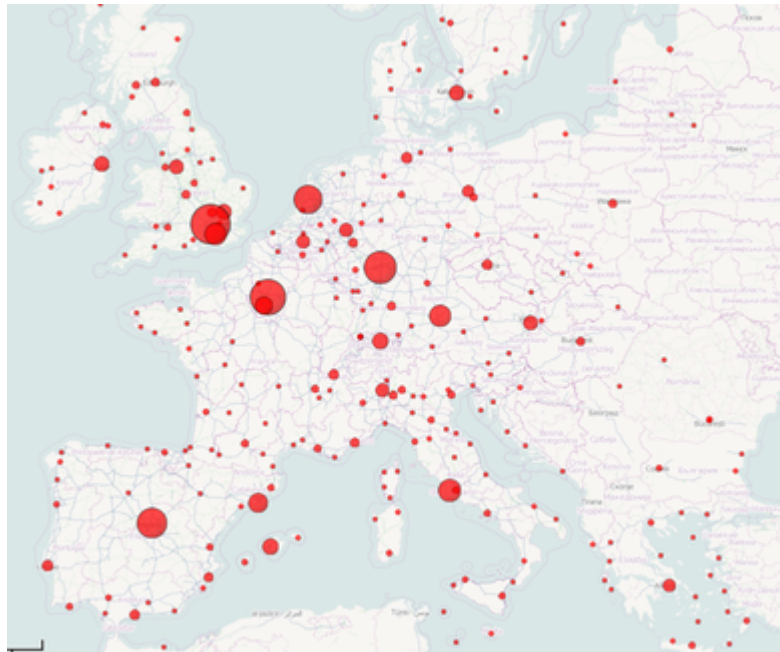


Figura 1.1: Mapa de los aeropuertos europeos con un tráfico anual superior al millón de pasajeros en 2021. Imagen extraída de [1].

Por otra parte, diseñar un nuevo aeropuerto en la zonas con baja densidad de aeropuertos permitirá tener una mayor oportunidad de mercado. Además, dicho aeropuerto tendrá poca competencia comparándolo con los demás aeropuertos de la zona occidental de Europa. Esto permitirá la obtención de mayores beneficios.

1.5 Calendario

Para poder llevar a cabo la realización de este trabajo de fin de grado, se deben cumplir diferentes tareas. Estas han sido sacadas a partir del apartado Alcance; de esta forma, la siguiente figura representa la estructura de descomposición del trabajo, o *Work breakdown structure* en inglés.

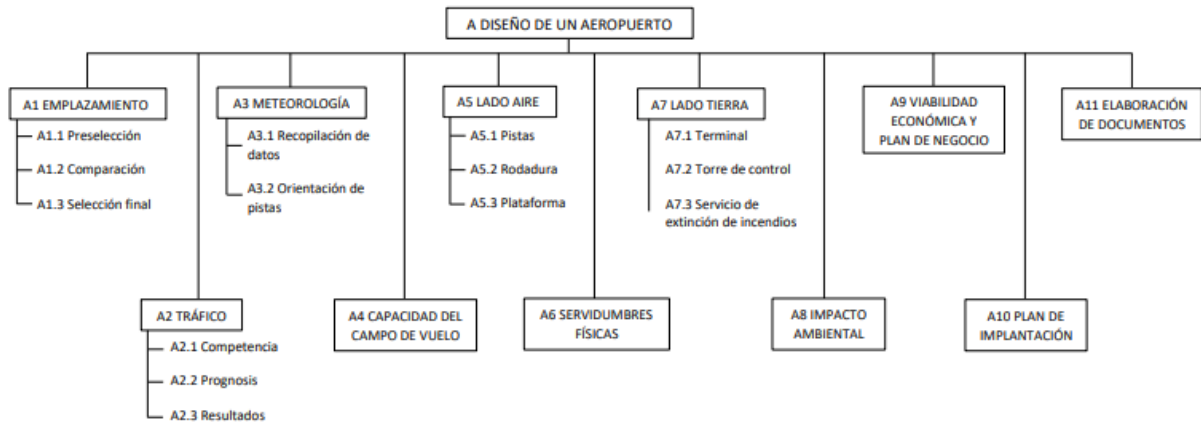


Figura 1.2: Estructura de descomposición del trabajo.

La siguiente tabla muestra una breve descripción de cada tarea especificada en la figura anterior.

Tabla 1.1: Descripción de las tareas a realizar (I).

Código	Tarea	Descripción
A1.1	Preselección	Consiste en buscar diferentes posibles emplazamientos para el aeropuerto que se quiere diseñar.
A1.2	Comparación	Consiste en comparar las regiones del apartado anterior en función de parámetros económicos, demográficos, etc.

Tabla 1.2: Descripción de las tareas a realizar (II).

Código	Tarea	Descripción
A1.3	Selección final	Consiste en seleccionar uno de los posibles emplazamientos ya comparados para el aeropuerto que se quiere diseñar.
A2.1	Competencia	Consiste en buscar información sobre el tráfico aéreo de los aeropuertos cercanos al emplazamiento final del aeropuerto. Dicha información será en forma de operaciones y pasajeros.
A2.2	Prognosis	Consiste en determinar la aeronave de diseño a partir de las flotas de las aerolíneas que se esperan que operen en el aeropuerto y en realizar un estudio anual de tráfico de pasajeros y de operaciones utilizando un modelo econométrico.
A2.3	Resultados	Consiste en, si fuese necesario, ajustar los datos obtenidos mediante funciones estadísticas. En este apartado también se evaluarán posibles escenarios optimistas y pesimistas respecto al tráfico aéreo.
A3.1	Recopilación de datos	Consiste en obtener información de la climatología de la zona en la que se va a situar el aeropuerto. Cabe aclarar que los parámetros más importantes son la velocidad y la dirección del viento.
A3.2	Orientación de pistas	Consiste en seleccionar la orientación de las pistas a partir de la información obtenida en el apartado anterior. Se interpretarán dichos datos a partir de la rosa de los vientos y del diagrama de frecuencias. Este último también permitirá determinar el número de pistas en función del viento.
A4	Capacidad del campo de vuelo	Consiste en determinar el número de operaciones por hora del aeropuerto.
A5.1	Pistas	Consiste en diseñar y dimensionar la pista en función de la capacidad del campo de vuelo y del aeronave de diseño.
A5.2	Rodadura	Consiste en diseñar y dimensionar las calles de rodadura necesarias para un correcto uso del lado aire.
A5.3	Plataforma	Consiste en diseñar y dimensionar la plataforma para que los puestos de estacionamiento de aeronaves estén situados en los lugares adecuados.

Tabla 1.3: Descripción de las tareas a realizar (III).

Código	Tarea	Descripción
A6	Servidumbres físicas	Consiste en dimensionar las servidumbres físicas del aeropuerto según su clave.
A7.1	Terminal	Consiste en diseñar y dimensionar el edificio terminal con el número de plantas de la misma y la superficie que tendrá. Además, se determinará el número de mostradores de facturación, controles de seguridad y controles de pasaporte en llegadas.
A7.2	Torre de control	Consiste en determinar la altura y localización de la torre de control.
A7.3	Servicio de extinción de incendios	Consiste determinar la localización del edificio del servicio de extinción de incendios y del número de vehículos necesarios.
A8	Impacto ambiental	Consiste en realizar un estudio sobre el impacto acústico que tendría el aeropuerto en la región en la que se vaya a situar y en analizar las emisiones que realizaría.
A9	Viabilidad económica y plan de negocio	Consiste en analizar si el aeropuerto sería viable económicamente y en realizar un plan de negocio para dicho aeropuerto.
A10	Plan de implantación	Consiste en la elaboración de un plan de implantación para el aeropuerto que se quiere diseñar.
A11	Elaboración de documentos	Consiste en la elaboración de los diferentes documentos, sin tener en cuenta la memoria que, se deben entregar ; es decir, los anexos, el presupuesto y los planos.

Una vez descritas las tareas, toca ver la dependencia que tienen entre ellas y la duración estimada de cada una. Esto puede verse en la siguiente tabla.

Tabla 1.4: Dependencia y duración de las diferentes tareas.

Código	Tarea	Tarea Previa	Duración en horas
A1.1	Preselección	-	10
A1.2	Comparación	A1.1	6
A1.3	Selección final	A1.2	3
A2.1	Competencia	A1.3	10
A2.2	Prognosis	A2.1	20
A2.3	Resultados	A2.2	5
A3.1	Recopilación de datos	A1.3	20
A3.2	Orientación de pistas	A3.1	5
A4	Capacidad del campo de vuelo	A2.3	3
A5.1	Pistas	A4	22
A5.2	Rodadura	A4	16
A5.3	Plataforma	A4	16
A6	Servidumbres físicas	A2.3	8
A7.1	Terminal	A2.3	19
A7.2	Torre de control	A5.3	6
A7.3	Servicio de extinción de incendios	A5.3	6
A8	Impacto ambiental	A7.3	20
A9	Viabilidad económica y plan de negocio	A8	23
A10	Plan de implantación	A9	23
A11	Elaboración de documentos	-	60

Además de saber la dependencia entre las diferentes tareas, también se quiere saber la planificación inicial de este trabajo de fin de grado. Para ello se utilizará el diagrama de Gantt de la siguiente figura.

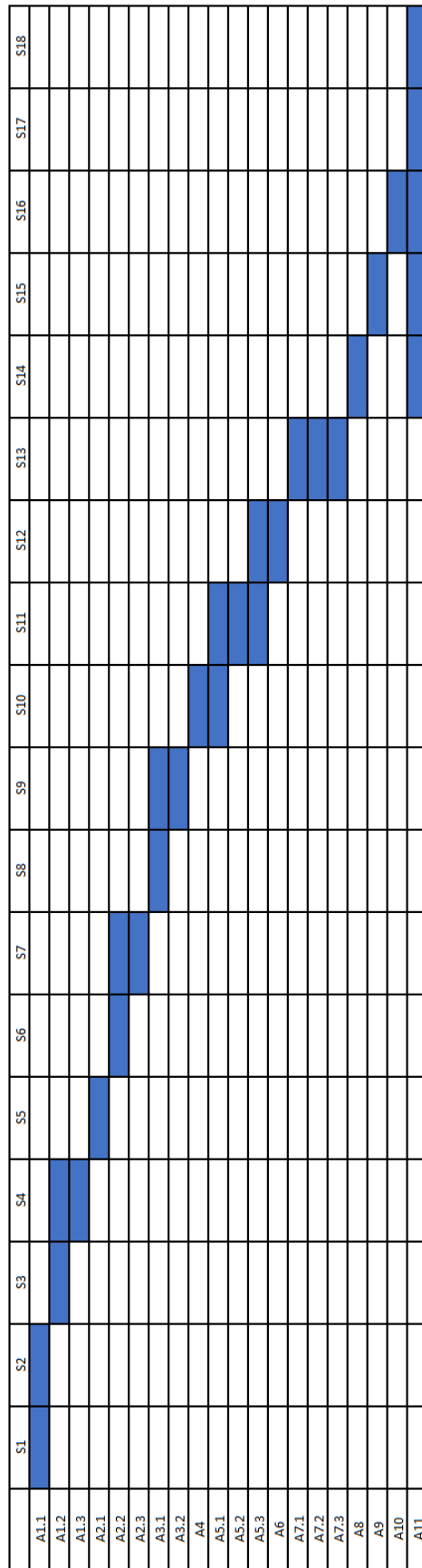


Figura 1.3: Diagrama de Gantt del Trabajo de Fin de Grado.

Capítulo 2

Aeronaves

En este capítulo se mostrarán las principales características de las aeronaves que conforman las flotas de las diferentes aerolíneas que operarán en el aeropuerto. Estas compañías aéreas son Blue Air, Ryanair, TAROM Romanian Air Transport y Wizz Air.

2.1 Ryanair

La flota de Ryanair está compuesta por las siguientes aeronaves: Boeing 737-800 y Boeing 737-MAX 8 [2]. Sin embargo, se tiene previsto que solo opere el Boeing 737-800 en el aeropuerto que se ha diseñado en el documento *Memoria*, es por ello que solo se mostrarán los datos principales proporcionados en su documento de especificaciones técnicas de esta aeronave (véase la tabla 2.1).

Tabla 2.1: Principales características del Boeing 737-800. Información extraída de [3].

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
MTOW	70534 kg	Longitud	39.47 m
MLW	65317 kg	Envergadura	35.79 m
MFW	20894 kg	Ancho del fuselaje	3.76 m
Capacidad	184 pasajeros	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterriaje principal	5.72 m

2.2 Blue Air

La flota de Ryanair está compuesta por las siguientes aeronaves: Boeing 737-300, Boeing 737-500 y Boeing 737-800 [4]. Las principales características de estas aeronaves, Boeing 737-300, Boeing 737-500 y Boeing 737-800, proporcionadas por los documentos de especificaciones técnicas correspondientes, se muestran, respectivamente, en las tablas 2.2, 2.3 y 2.4.

Tabla 2.2: Principales características del Boeing 737-300. Información extraída de [3].

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
MTOW	63276 kg	Longitud	33.40 m
MLW	52889 kg	Envergadura	28.88 m
MFW	19131 kg	Ancho del fuselaje	4.01 m
Capacidad	140 pasajeros	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterriaje principal	5.23 m

Tabla 2.3: Principales características del Boeing 737-500. Información extraída de [3].

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
MTOW	61689 kg	Longitud	31.01 m
MLW	49895 kg	Envergadura	28.88 m
MFW	19131 kg	Ancho del fuselaje	4.01 m
Capacidad	132 pasajeros	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterriaje principal	5.23 m

Tabla 2.4: Principales características del Boeing 737-800. Información extraída de [3].

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
MTOW	70534 kg	Longitud	39.47 m
MLW	65317 kg	Envergadura	35.79 m
MFW	20894 kg	Ancho del fuselaje	3.76 m
Capacidad	184 pasajeros	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterriaje principal	5.72 m

2.3 TAROM Romanian Air Transport

La flota de TAROM Romanian Air Transport está compuesta por las siguientes aeronaves: Airbus A318-111, ATR 42-500, ATR 72-500, ATR 72-600, Boeing 737-300, Boeing 737-700 y Boeing 737-800 [5]. Las principales características de estas aeronaves, Airbus A318-111, ATR 42-500, ATR 72-500, ATR 72-600, Boeing 737-300, Boeing 737-500 y Boeing 737-800, proporcionadas por los documentos de especificaciones técnicas correspondientes, se muestran, respectivamente, en las tablas 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10 y 2.11.

Tabla 2.5: Principales características del Airbus A318-111. Información extraída de [6].

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
MTOW	68000 kg	Longitud	31.45 m
MLW	57500 kg	Envergadura	34.10 m
MFW	19000 kg	Ancho del fuselaje	3.95 m
Capacidad	132 pasajeros	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal	8.95 m

Tabla 2.6: Principales características del ATR 42-500. Información extraída de [7].

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
MTOW	18600 kg	Longitud	22.67 m
MLW	18300 kg	Envergadura	24.57 m
MFW	4500 kg	Ancho del fuselaje	2.89 m
Capacidad	48 pasajeros	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal	4.10 m

Tabla 2.7: Principales características del ATR 72-500. Información extraída de [8].

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
MTOW	22800 kg	Longitud	27.17 m
MLW	22350 kg	Envergadura	27.05 m
MFW	5000 kg	Ancho del fuselaje	2.89 m
Capacidad	68 pasajeros	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal	4.10 m

Tabla 2.8: Principales características del ATR 72-600. Información extraída de [9].

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
MTOW	23000 kg	Longitud	27.17 m
MLW	22350 kg	Envergadura	27.05 m
MFW	5000 kg	Ancho del fuselaje	2.89 m
Capacidad	72 pasajeros	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterriaje principal	4.10 m

Tabla 2.9: Principales características del Boeing 737-300. Información extraída de [3].

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
MTOW	63276 kg	Longitud	33.40 m
MLW	52889 kg	Envergadura	28.88 m
MFW	19131 kg	Ancho del fuselaje	4.01 m
Capacidad	140 pasajeros	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterriaje principal	5.23 m

Tabla 2.10: Principales características del Boeing 737-500. Información extraída de [3].

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
MTOW	61689 kg	Longitud	31.01 m
MLW	49895 kg	Envergadura	28.88 m
MFW	19131 kg	Ancho del fuselaje	4.01 m
Capacidad	132 pasajeros	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterriaje principal	5.23 m

Tabla 2.11: Principales características del Boeing 737-800. Información extraída de [3].

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
MTOW	70534 kg	Longitud	39.47 m
MLW	65317 kg	Envergadura	35.79 m
MFW	20894 kg	Ancho del fuselaje	3.76 m
Capacidad	184 pasajeros	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterriaje principal	5.72 m

2.4 Wizz Air

La flota de Wizz Air está compuesta por las siguientes aeronaves: Airbus A320-200, Airbus A321ceo y Airbus A321neo [10]. Cabe aclarar que solo se tiene previsto que operen las dos primeras en el aeropuerto. Las principales características de estas aeronaves, Airbus A320-200 y Airbus A321neo, proporcionadas por los documentos de especificaciones técnicas correspondientes, se muestran, respectivamente, en las tablas 2.12 y 2.13.

Tabla 2.12: Principales características del Airbus A320-200. Información extraída de [11].

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
MTOW	78000 kg	Longitud	37.57 m
MLW	66000 kg	Envergadura	34.10 m
MFW	18635 kg	Ancho del fuselaje	3.95 m
Capacidad	180 pasajeros	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterriaje principal	8.95 m

Tabla 2.13: Principales características del Airbus A321neo. Información extraída de [12].

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
MTOW	97000 kg	Longitud	44.51 m
MLW	79200 kg	Envergadura	35.80 m
MFW	18440 kg	Ancho del fuselaje	3.95 m
Capacidad	185 pasajeros	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterriaje principal	8.97 m

Capítulo 3

Previsión de tráfico

En este capítulo se mostrarán los datos de los diferentes parámetros necesarios para elaborar el modelo del matemático del tráfico del aeropuerto además de los resultados del propio modelo en diversas tablas para poder apreciar mejor su valor.

3.1 PIB de Rumanía

Uno de los factores que se utilizarán para crear el modelo matemático con el que se realizará la previsión de tráfico del aeropuerto es el PIB del país. Es por ello que en este apartado se encuentran las tablas 3.1 y 3.2 con los datos históricos y previstos del PIB de Rumanía.

Tabla 3.1: Evolución del PIB de Rumanía I. Información extraída de [13] y [14].

Año	PIB [10^9 USD]	Año	PIB [10^9 USD]
2012	170.64	2025	401.44
2013	190.80	2026	430.22
2014	199.60	2027	431.37
2015	177.77	2028	432.53
2016	188.13	2029	434.71
2017	211.70	2030	438.89
2018	241.46	2031	441.08
2019	249.70	2032	443.29
2020	248.72	2033	445.51
2021	287.28	2034	450.05
2022	314.88	2035	449.97
2023	345.32	2036	452.22
2024	372.63	2037	453.48

Tabla 3.2: Evolución del PIB de Rumanía II. Información extraída de [13] y [14].

Año	PIB [10 ⁹ USD]	Año	PIB [10 ⁹ USD]
2038	456.55	2045	472.30
2039	459.04	2046	475.35
2040	462.04	2047	477.73
2041	463.64	2048	480.11
2042	465.96	2049	481.40
2043	468.29	2050	484.93
2044	470.30		

3.2 Población de Rumanía

Para desarrollar el modelo se utilizará otro dato de población diferente; sin embargo, saber la evolución de la población de Rumanía es necesario para determinar ese parámetro de población diferente. Es por ello que en este apartado se encuentra la tabla 3.3 con los datos históricos y previstos de la población de Rumanía.

Tabla 3.3: Evolución de la población de Rumanía. Información extraída de [15].

Año	Población	Año	Población	Año	Población
2012	20227469	2025	18772912	2038	17511516
2013	20132776	2026	18682879	2039	17409328
2014	20035930	2027	18590736	2040	17306600
2015	19925175	2028	18496696	2041	17203354
2016	19796285	2029	18401609	2042	17099614
2017	19653969	2030	18306101	2043	16995491
2018	19506114	2031	18209879	2044	16891071
2019	19364557	2032	18112417	2045	16786453
2020	19237691	2033	18013901	2046	16681661
2021	19127774	2034	17914581	2047	16576689
2022	19031335	2035	17814660	2048	16471449
2023	18944134	2036	17714198	2049	16365842
2024	18859613	2037	17613140	2050	16259787

3.3 Población condados

Con el fin de realizar una previsión de tráfico lo más precisa posible a partir de los datos que han sido posible obtener, se determinará la población de los condados que tendrán más posibilidad de atraer clientes al aeropuerto.

Se prevee que los clientes potenciales procedan, mayoritariamente, de los siguientes condados: Vrancea, Buzău, Galati y Covasna. Debido a la falta de información sobre la evolución de su población, se va a considerar que la reducción de población será de la misma forma que la total de Rumanía; es decir, que si un año ha bajado un 0.5%, la población de cada condado bajará ese 0.5%. Además, estos datos están basados en el último censo realizado en dichos condados, el cual fue realizado en el año 2011, donde se indicaba las siguientes poblaciones:

- Vrancea → 340310 habitantes [16]
- Buzău → 536167 habitantes [17]
- Galati → 451069 habitantes [18]
- Covasna → 210177 habitantes [19]

Así, las tablas 3.4 y 3.5 muestran los datos de la población en estos condados.

Tabla 3.4: Población de los condados de los clientes potenciales I.

Año	Vrancea	Galati	Buzău	Covasna	Total
2012	338472	533272	448633	209042	1529419
2013	336882	530765	446525	208060	1522231
2014	335264	528218	444381	207061	1514924
2015	333421	525312	441937	205922	1506592
2016	331253	521898	439065	204584	1496799
2017	328868	518140	435903	203111	1486022
2018	326402	514254	432634	201587	1474877
2019	324019	510500	429476	200116	1464111
2020	321880	507131	426641	198795	1454448
2021	320046	504240	424209	197662	1446157
2022	318446	501719	422088	196673	1438926
2023	316981	499411	420147	195769	1432307
2024	315554	497164	418256	194888	1425862
2025	312595	494877	416332	193991	1419303
2026	311063	492501	414334	193060	1412490
2027	309477	490088	412304	192114	1405569

Tabla 3.5: Población de los condados de los clientes potenciales II.

Año	Vrancea	Galati	Buzău	Covasna	Total
2028	307899	487589	410201	191134	1398401
2029	306297	485102	408109	190160	1391269
2030	304674	482579	405987	189171	1384034
2031	303029	480022	403835	188168	1376699
2032	301393	477430	401654	187152	1369265
2033	299735	474852	399485	186141	1361871
2034	298056	472240	397288	185118	1354380
2035	296387	469595	395063	184081	1346796
2036	296387	466966	392851	183050	1339254
2037	294698	464304	390612	182007	1331620
2038	292989	461611	388346	180951	1323897
2039	291289	458934	386094	179902	1316218
2040	289571	456226	383816	178840	1308452
2041	287833	453488	381513	177767	1300602
2042	286106	450768	379224	176700	1292798
2043	284361	448018	376911	175623	1284912
2044	282626	445285	374611	174551	1277074
2045	280874	442524	372289	173469	1269156
2046	279133	439781	369981	172394	1261287
2047	277374	437010	367650	171308	1253341
2048	275627	434257	365334	170228	1245445
2049	273863	431478	362995	169139	1237474
2050	272083	428673	360636	168039	1229431

3.4 Resultados del modelo econométrico

Para determinar el tráfico de pasajeros y de operaciones anual del aeropuerto se creará un modelo matemático que relacione el PIB de Rumanía con la población de los condados de los clientes potenciales. De esta forma, el modelo tendría la siguiente expresión:

$$\ln(PAX) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(POB) + \beta_2 \cdot \ln(PIB)$$

donde PAX es el número de pasajeros anual, POB representa la población anual de los condados de donde procederán los pasajeros y PIB representa el PIB anual de Rumanía.

Los resultados de aplicar este modelo se aprecian en la tabla 3.6.

Tabla 3.6: Resultados del modelo econométrico.

Año	Pasajeros	Operaciones	Año	Pasajeros	Operaciones
2028	166010	1075	2040	675650	4375
2029	191033	1237	2041	689163	4463
2030	220467	1428	2042	702946	4552
2031	255175	1652	2043	717005	4643
2032	296207	1918	2044	731345	4735
2033	343836	2227	2045	745972	4831
2034	400284	2592	2046	760891	4927
2035	467355	3026	2047	776109	5026
2036	545664	3533	2048	791631	5126
2037	589317	3816	2049	807464	5229
2038	624676	4045	2050	823613	5333
2039	649663	4207			

Capítulo 4

Vientos

En este capítulo se mostrarán tanto de forma numérica como expresados en porcentaje las diferentes direcciones y velocidades del viento en la ciudad de Ciuslea, la ciudad en la que se situará el aeropuerto, la cual se encuentra a 20 minutos en coche de la Focsani, la capital del condado de Vrancea, en Rumanía.

La dirección y dirección del viento son algunos de los factores más determinantes determinantes a la hora de decidir la orientación de las pistas de un aeropuerto. Para poder analizar un análisis, se ha recopilado la información de los vientos que han habido en Ciuslea, el punto con datos meteorológico más cercano al emplazamiento deseado, cada tres horas durante todos los días de los últimos cinco años; lo que corresponde a una cantidad total de 14608 valores diferentes tanto de intensidad como de dirección.

Estos datos son vitales para realizar diferentes estudios relacionados con la orientación de las pistas, entre los que destacan el uso de la rosa de los vientos y el uso de un diagrama de frecuencias para. posteriormente, obtener los coeficientes de utilización de las aeronaves. Es por ello que la forma más sencilla de organizar y visualizar estos datos corresponden a los de las tablas 4.1 y 4.2 que muestran, respectivamente, los resultados en valor absoluto y en porcentaje y que relacionan la frecuencia con la que sopla el viento en una dirección determinada y con una intensidad determinada durante el periodo de tiempo establecido.

Tabla 4.1: Vientos durante los últimos cinco años en Ciuslea. Resultados en valores absolutos. Información extraída de [20].

	Calma	1-3	4-6	7-10	11-13	14-16	17-20	21-25	26-31	>32	Total
Calma	4722	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4722
N	-	158	136	130	13	13	0	0	0	0	451
N-NE	-	82	177	269	36	36	29	0	0	0	631
NE	-	57	187	307	82	82	70	13	0	0	799
E-NE	-	89	143	279	22	22	0	0	0	0	555
E	-	146	165	203	84	84	28	0	0	0	709
E-SE	-	117	124	130	81	81	63	0	0	0	596
SE	-	86	101	41	38	38	0	0	0	0	304
S-SE	-	155	124	41	0	0	0	0	0	0	320
S	-	200	295	333	135	135	117	13	13	0	1239
S-SW	-	124	231	431	315	315	450	104	0	0	1971
SW	-	120	155	333	165	165	82	0.0	0	0	1027
W-SW	-	79	89	89	59	59	32	0.0	0	0	406
W	-	105	136	79	16	16	16	0.0	0	0	368
W-NW	-	54	101	19	0	0	0	0.0	0	0	174
NW	-	82	54	22	0	0	0	0.0	0	0	158
N-NW	-	54	86	38	0	0	0	0.0	0	0	177
Total	4722	1708	2304	2745	1046	1046	887	136	13	0	14608

Tabla 4.2: Vientos durante los últimos cinco años en Ciuslea. Resultados en porcentajes. Información extraída de [20].

	Calma	1-3	4-6	7-10	11-13	14-16	17-20	21-25	26-31	>32	Total
Calma	32.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.3
N	-	1.1	0.9	0.9	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
N-NE	-	0.6	1.2	1.8	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	4.3
NE	-	0.4	1.3	2.1	0.6	0.6	0.5	0.1	0.0	0.0	5.4
E-NE	-	0.6	1.0	1.9	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8
E	-	.0	1.1	1.4	0.6	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	4.9
E-SE	-	0.8	0.8	0.9	0.6	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	4.1
SE	-	0.6	0.7	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
S-SE	-	1.1	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
S	-	1.4	2.0	2.3	0.9	0.9	0.8	0.1	0.1	0.0	8.5
S-SW	-	0.8	1.6	3.9	2.2	2.2	3.1	0.7	0.0	0.0	13.5
SW	-	0.8	1.1	2.3	1.1	1.1	0.6	0.0	0.0	0.0	7.0
W-SW	-	0.5	0.6	0.6	0.4	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	2.8
W	-	0.7	0.9	0.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	2.5
W-NW	-	0.4	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
NW	-	0.6	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
N-NW	-	0.4	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
Total	32.3	11.7	15.8	18.8	7.2	7.2	6.1	0.9	0.1	0.0	100.0

Referencias

1. WIKIPEDIA. *Anexo:Aeropuertos de Europa*. 2021. Online. Consultado el 8 de marzo de 2022 en: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Aeropuertos_de_Europa.
2. RYANAIR. *Our fleet*. En línea. Consultado el 6 de abril de 2022 en: <https://corporate.ryanair.com/about-us/our-fleet/>.
3. BOEING. *737 Airplane Characteristics for Airport Planning*. 2021.
4. BLUE AIR. *Flota*. En línea. Consultado el 6 de abril de 2022 en: <https://corporate.ryanair.com/about-us/our-fleet/>.
5. TAROM. *The fleet*. En línea. Consultado el 6 de abril de 2022 en: <https://www.tarom.ro/en/fleet>.
6. AIRBUS SAS. *Aircraft characteristics airport and maintenance planning AC A318*. 2022.
7. ATR. *Brochure Booklet ATR 42-500*. 2021.
8. ATR. *Brochure Booklet ATR 72-500*. 2021.
9. ATR. *Brochure Booklet ATR 72-600*. 2021.
10. WIZZ AIR. *About us*. En línea. Consultado el 6 de abril de 2022 en: <https://wizzair.com/en-gb/information-and-services/about-us/about-wizz>.
11. AIRBUS SAS. *Aircraft characteristics airport and maintenance planning AC A320*. 2022.
12. AIRBUS SAS. *Aircraft characteristics airport and maintenance planning AC A321*. 2022.
13. MACROTRENDS. *Romania GDP 1980-2022*. 2022. En línea. Consultado el 27 de marzo de 2022 en: <https://www.macrotrends.net/countries/ROU/romania/gdp-gross-domestic-product>.
14. STATISTA. *Romania: Gross domestic product (GDP) in current prices from 1987 to 2027*. En línea. Consultado el 31 de mayo de 2022 en: <https://www.statista.com/statistics/373193/gross-domestic-product-gdp-in-romania/>.
15. MACROTRENDS. *Romania Population 1950-2022*. 2022. En línea. Consultado el 27 de marzo de 2022 en: <https://www.macrotrends.net/countries/ROU/romania/population>.
16. CITYPOPULATION. *Romania: Vrancea*. En línea. Consultado el 2 de abril de 2022 en: <http://www.citypopulation.de/en/romania/vrancea/>.
17. CITYPOPULATION. *Buzău*. En línea. Consultado el 2 de abril de 2022 en: https://www.citypopulation.de/en/romania/admin/sud_est/R0222__buz%C4%83u/.
18. CITYPOPULATION. *Galati*. En línea. Consultado el 2 de abril de 2022 en: https://www.citypopulation.de/en/romania/admin/sud_est/R0224__gala%C8%9Bi/.

19. CITYPOPULATION. *Covasna*. En línea. Consultado el 2 de abril de 2022 en: http://citypopulation.de/en/romania/admin/centru/R0123__covasna/.
20. FREEMETEO. *Ciuslea - Historial meteorológico diario*. En línea. Consultado el 8 de abril de 2022 en: <https://freemeteo.com.uy/eltiempo/ciuslea/historia/historial-diario/?gid=681365&date=2022-04-06&station=4580&language=spanishar&country=romania>.