



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería
Aeronáutica y del Espacio

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

145013003 - Navegación Aérea Y Cartografía

PLAN DE ESTUDIOS

14GY - Grado En Gestión Y Operaciones Del Transporte Aéreo

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	15
9. Otra información.....	16

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	145013003 - Navegación Aérea y Cartografía
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Segundo curso
Semestre	Tercer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	14GY - Grado en Gestión y Operaciones del Transporte Aéreo
Centro responsable de la titulación	14 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería Aeronáutica Y Del Espacio
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Tomas Martin Domingo	B301	tomas.martin@upm.es	Sin horario. Las tutorías se solicitan mediante email
Luis Perez Sanz (Coordinador/a)	B317-318	l.perez@upm.es	Sin horario. Las tutorías se solicitan mediante email

Lidia Serrano Mira	B317	lidia.serrano@upm.es	Sin horario. Las tutorías se solicitan mediante email
--------------------	------	----------------------	--

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Grado en Gestión y Operaciones del Transporte Aéreo no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Ingles

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB01 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CB03 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CE06 - Capacidad para comprender la globalidad del sistema de navegación aérea y la complejidad del tráfico aéreo.

CG02 - Conocimiento en materias básicas, científicas y tecnológicas que permitan un aprendizaje continuo, así como una capacidad de adaptación a nuevas situaciones o entornos cambiantes

CT07 - Habilidad para la comunicación oral y escrita

CT08 - Capacidad de integrar el respeto al medio ambiente en el desarrollo de sus actividades

CT09 - Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo

4.2. Resultados del aprendizaje

RA41 - Identifica los elementos funcionales básicos de los Servicios de Navegación Aérea.

RA43 - Comprende el problema de la representación de una superficie irregular 3D en 2D.

RA40 - Comprende los conceptos básicos de la Navegación y Circulación Aérea y su aplicación en la operación.

RA42 - Es capaz de demostrar la necesidad de la evolución del Sistema de Navegación Aérea.

RA46 - Conoce las referencias temporales utilizadas en la navegación aérea

RA44 - Sabe interpretar los Sistemas de Referencia relacionados con la Geodeisa.

RA45 - Es capaz de demostrar la necesidad de la existencia de distintas proyecciones cartográficas.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura pretende iniciar al alumno en el mundo de la navegación aérea. Se presentan todos los conceptos generales, iniciándose por el problema del posicionamiento para mostrar posteriormente la evolución que la navegación aérea ha tenido.

Es esta una asignatura de introducción, pero a la vez extensa en contenidos, cuyo objetivo es ir introduciendo al alumno en esta materia, y así comenzar a afianzar unos conceptos que posteriormente necesitará para estudiar otras materias de este título de Grado

5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1. NAVEGACIÓN AÉREA.

- 1.1. El problema de la navegación. Concepto de navegación aérea.
- 1.2. Terminología utilizada en la navegación aérea. Rumbo (verdadero y magnético), ruta, milla náutica y nudo.
- 1.3. El efecto del viento en la navegación aérea: El triángulo de velocidades.
- 1.4. Campo magnético terrestre. Declinación magnética. Inclinación magnética. Norte magnético, norte verdadero y norte del compas.
- 1.5. Instrumentos básicos de vuelo. Anemómetro, horizonte artificial, altímetro, Brújula, Girodireccional, Variómetro, Coordinador de Virajes.

2. Tema 2. METEOROLOGÍA Y NAVEGACIÓN AÉREA.

- 2.1. Condiciones meteorológicas: VMC e IMC. Navegación Visual e Instrumental. Reglas de vuelo VFR e IFR. Navegación estimada.
- 2.2. Medios técnicos necesarios para el vuelo visual e instrumental
- 2.3. Navegación convencional y navegación basada en prestaciones (PBN)

3. Tema 3. LA ALTIMETRÍA EN LA NAVEGACIÓN Y CIRCULACIÓN AÉREAS.

- 3.1. La atmósfera. Presión, densidad y temperatura. La atmósfera Standard. La presión como variable para la determinación de la coordenada vertical.
- 3.2. Altitud, Altura y Elevación
- 3.3. El altímetro barométrico. Reglajes de Altímetro. QNH, QFE y Standard. Utilización del altímetro barométrico. Altitud de Transición, Capa de Transición y Nivel de transición.

4. Tema 4. LOS SERVICIOS DE NAVEGACIÓN AÉREA

- 4.1. Servicio ATS (ATC, FIS, ALT)
- 4.2. Servicio AIS
- 4.3. Servicio MET
- 4.4. Servicio CNS
- 4.5. Servicio de diseño de espacio aéreo

5. Tema 5. EL SOPORTE TÉCNICO DE LA NAVEGACIÓN AÉREA (NAVEGACIÓN).

- 5.1. Concepto de ayuda a la navegación aérea. Prestaciones operacionales: Exactitud, Disponibilidad, Continuidad del servicio e Integridad

5.2. Clasificación de los sistemas de ayuda a la navegación según distintos criterios

5.3. Funcionamiento general de los sistemas de ayuda a la navegación aérea. Uso operacional: VDF, NDB, DME, TACAN, ILS, MLS, GNSS (Constelaciones básicas, aumentaciones ABAS, SBAS y GBAS)

5.4. Servidumbres aeronáuticas

6. Tema 6. RUTAS AÉREAS

6.1. Ruta Ortodrómica. Círculo máximo. Características. Parámetros que definen la ruta. Cálculo de distancias y rumbos.

6.2. Ruta Loxodrómica. Características. Parámetros que definen la ruta. Cálculo de distancias y rumbos.

7. Tema 7. GEODESIA y CARTOGRAFÍA

7.1. La Tierra. Movimientos de rotación y traslación. Eje de rotación. Eclíptica. Trópicos Cáncer y Capricornio. Solsticios Verano e Invierno. Equinocios Primavera y Otoño.

7.2. Geodesia. El Geoide. Sistemas de referencia locales y globales, Datum, Coordenadas. Puntos cardinales.

7.3. Sistemas de referencia ED50, WGS84, PZ90, ITRS, ETRS

7.4. Concepto de Cartografías. Escala.

7.5. Proyecciones cartográficas, Automecoismo, Conformidad y Equivalencia,

7.6. Proyecciones Centrales (Gnomónica, Estereográfica y Ortográfica), Proyecciones Cónicas. Proyección Cónica conforme de Lambert, Proyecciones Cilíndricas. Proyección UTM.

8. Tema 8. CARTAS AERONÁUTICAS.

8.1. Objetivo general de las cartas aeronáuticas.

8.2. Tipos de cartas aeronáuticas.

8.3. Objetivo particular de cada una de ellas. Información que contienen.

8.4. Simbología utilizada. Escalas. Interpretación de las cartas aeronáuticas.

8.5. Utilización operacional de las cartas de navegación

9. Tema 9. NAVIGACIÓN BASADA EN RENDIMIENTOS.

9.1. Concepto PBN.

9.2. Aplicación, Especificación e Infraestructura de navegación.

9.3. Especificaciones RNAV y RNP. Monitorización y alerta abordó

9.4. Especificaciones de navegación por fase de vuelo. RNAV10, RNAV5, RNAV2, RNAV1, RNP4, RNP2, RNP1, RNP0.3, RNP APCH y RNP AR APCH

9.5. Codificación de los procedimientos de vuelo instrumental. Path Terminators.

10. Tema 10. CLASIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACIÓN INSTRUMENTAL

10.1. La aproximación instrumental. Concepto, objetivo, segmentos de la aproximación. IAF, IF, FAF, MAPt. Conceptos MDA/H, DA/H, OCA/H

10.2. Procedimientos de aproximación basados en navegación convencional. NPA y PA (I/II/III)

10.3. Interpretación de las cartas de aproximación

11. Tema 11. EL TIEMPO

11.1. Tiempo solar

11.2. Tiempo solar medio

11.3. Tiempo civil

11.4. Tiempo medio en Greenwich (GMT)

11.5. Hora Zulu

11.6. Tiempo Oficial

11.7. Tiempo Atómico Internacional (TAI)

11.8. Tiempo Universal Coordinado (UTC)

11.9. Tiempo GPS

12. Tema 12. CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LAS OPERACIONES DE VUELO

12.1. Consumo de combustible en función de la fase de vuelo. Optimización del consumo de combustible

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Tema 1: Exposición teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1: Ejercicios Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
2	<p>Tema 1: Ejercicios Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 2: Exposición teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p>Tema 3: Exposición teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p>Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
5	<p>Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Trabajo 1. Cálculo de rutas entre puntos. Cálculo de la altitud mínima en ruta (MEA) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 06:00</p>
6	<p>Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
7	<p>Tema 6 Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p>Tema 6 Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

9	Tema 6 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Examen 1 parcial. temas 1 a 6 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 04:00
10	Tema 7: Exposición teórica Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Tema 8: Exposición teórica Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	Tema 8: Exposición teórica Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	Tema 9: Exposición teórica Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	Tema 10 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Trabajo 2 Servidumbres aeronáuticas y cartografía aeronáutica TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 08:00
15	Tema 11: Exposición teórica Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
16	Tema 12: Exposición teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
17				Examen Parciales 1 y 2 en la fecha de la convocatoria ordinaria EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 06:00 Examen parcial 2 para los alumnos de evaluación continua. (En la fecha de la convocatoria ordinaria) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 04:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Trabajo 1. Cálculo de rutas entre puntos. Cálculo de la altitud mínima en ruta (MEA)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	06:00	5%	5 / 10	CG02 CT07 CT09
9	Examen 1 parcial. temas 1 a 6	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	45%	5 / 10	CB01 CB03 CG02 CT07 CT08 CT09 CE06
14	Trabajo 2 Servidumbres aeronáuticas y cartografía aeronáutica	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	08:00	5%	5 / 10	CG02 CT07 CT09 CE06
17	Examen parcial 2 para los alumnos de evaluación continua. (En la fecha de la convocatoria ordinaria)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	45%	5 / 10	CB01 CB03 CG02 CT07 CT08 CT09 CE06

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Trabajo 1. Cálculo de rutas entre puntos. Cálculo de la altitud mínima en ruta (MEA)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	06:00	5%	5 / 10	CG02 CT07 CT09
14	Trabajo 2 Servidumbres aeronáuticas y cartografía aeronáutica	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	08:00	5%	5 / 10	CG02 CT07 CT09 CE06

17	Examen Parciales 1 y 2 en la fecha de la convocatoria ordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	06:00	90%	5 / 10	CB01 CB03 CG02 CT07 CT08 CT09
----	---	-------------------------------------	------------	-------	-----	--------	--

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final extraordinario. Para poder realizar el examen es obligatorio haber entregado los trabajos propuestos.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	06:00	90%	5 / 10	CB01 CB03 CG02 CT07 CT08 CT09 CE06
Trabajo 1. Cálculo de rutas entre puntos. Cálculo de la altitud mínima en ruta (MEA). El trabajo se entrega en la misma fecha que el resto de alumnos	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	06:00	5%	5 / 10	CG02 CT07 CE06
Trabajo 2. Estructura del espacio aéreo y cartas aeronáuticas. El trabajo se entrega en la misma fecha que el resto de alumnos.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	06:00	5%	5 / 10	CG02 CT07 CT09 CE06

7.2. Criterios de evaluación

Criterios de evaluación:

Asistencia a clase NO obligatoria. Debido a ello, no existirá diferencia entre "evaluación progresiva" y "solo examen final".

Exámenes presenciales en las fechas publicadas por la Dirección de la Escuela

Trabajos obligatorios. Entrega en las fechas fijadas por el profesor

Convocatoria ordinaria (Febrero)

Prueba de Evaluación Intermedia (PEI): Sólo se realizará una PEI en la fecha fijada por la Dirección de la Escuela. A esta prueba se le denominará "Primer Parcial". La obtención de una calificación de 5 puntos sobre 10 liberará esta parte. Esta parte liberada sólo será aplicable para la convocatoria ordinaria (Febrero).

Segundo Parcial: Lo realizarán todos los alumnos en la fecha del examen de la convocatoria ordinaria fijada por la Dirección de la Escuela.

Para aprobar la asignatura será necesario cumplir alguna de las siguientes opciones:

- 1) Liberar el primer parcial en la PEI (nota igual o superior a 5 sobre 10) y posteriormente obtener una nota igual o superior a 5 puntos sobre 10 en el segundo parcial realizado el día de la convocatoria del examen ordinario; o
- 2) Alumnos que no obtuvieron 5 puntos sobre 10 en la primera PEI: Se presentarán a ambos parciales el día de la convocatoria del examen ordinario. Para aprobar deberán obtener al menos 5 puntos sobre 10 en cada uno de los dos parciales. No se realiza la media si en uno de los parciales se obtiene una nota inferior a 5 puntos sobre 10.

Los Trabajos propuestos son Obligatorios para todos los alumnos. Se fijará una fecha de entrega para cada trabajo. La fecha será la misma para todos los alumnos matriculados.

Ponderación para obtener la calificación final de la asignatura:

- Examen: 90% (una vez aprobados los dos parciales)
- Trabajos: 10% (entregados en la fecha fijada durante el curso)

La nota de los trabajos se añadirá, para obtener la calificación final, una vez se haya obtenido la calificación de 5 puntos sobre 10 en el examen. Es necesario haber superado ambos parciales.

Además, una vez superada la asignatura, es decir, considerando las ponderaciones anteriores, cuando esa nota sea superior a 5 puntos sobre 10, a los alumnos que hayan asistido a clase al menos un 90% en cada uno de los parciales, se les añadirá 0,5 puntos sobre la anterior obteniéndose así la calificación final.

Convocatoria Extraordinaria (Julio):

En el examen extraordinario todos los alumnos se examinarán de todo el temario. No se guardan partes liberadas.

Ponderación para calcular la calificación final:

- Examen: 90% (Se realiza en la fecha fijada por ordenación académica)
- Trabajos: 10% (entregados en la fecha fijada durante el curso)

Para aprobar la asignatura es necesario aprobar el examen con una nota de 5 puntos sobre 10.

La nota de los trabajos se añadirá, para obtener la calificación final, una vez se haya obtenido la calificación de 5

puntos sobre 10 en el examen.

Además, una vez superada la asignatura, es decir, considerando las ponderaciones anteriores, cuando esa nota sea superior a 5 puntos sobre 10, a los alumnos que hayan asistido a clase al menos un 90% en cada uno de los parciales, se les añadirá 0,5 puntos sobre la anterior obteniéndose así la calificación final.

Notas aclaratorias aplicables a ambas convocatorias:

La asistencia a clase realizada en cursos anteriores no se valorará en este curso.

El requisito de asistencia a clase del 90% debe cumplirse en ambos parciales. No es válido acumular todas las ausencias en el mismo parcial.

Los trabajos entregados después de la fecha límite fijada, cuando estén completos y correctos, tendrán como máximo la calificación de 5 puntos sobre 10.

Los trabajos entregados en cursos anteriores no se considerarán en este curso, debiéndose por ello realizar de nuevo.



8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
L. PÉREZ SANZ, R. M. ARNALDO VALDÉS, F. J. SÁEZ NIETO, J. BLANCO MONGE Y V. F. GÓMEZ COMENDADOR. ?Introducción al Sistema de Navegación Aérea?.	Bibliografía	
F. J. SÁEZ NIETO, L. PÉREZ SANZ Y V. F. GÓMEZ COMENDADOR. "La navegación aérea y el aeropuerto" Ed. Fundación AENA.	Bibliografía	
V. F. GÓMEZ COMENDADOR Y L. PÉREZ SANZ. "Apuntes de la Asignatura Navegación y Circulación Aéreas". EUITA.	Bibliografía	
AIP España	Bibliografía	
OACI Anexo 4 Cartas Aeronáuticas	Bibliografía	
OACI Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas	Bibliografía	
OACI Anexo 11 Servicios de Tránsito Aéreo	Bibliografía	
OACI Anexo 14 Vol.I Aeródromos	Bibliografía	
OACI. Anexo 15. Servicio de Información Aeronáutica.	Bibliografía	
Moodle	Recursos web	
OACI, Manual WGS 84	Bibliografía	

OACI. Doc 8697. Manual de Cartas Aeronáuticas	Bibliografía	
OACI. Doc 9674. Manual del sistema geodésico mundial (WGS84)	Bibliografía	
Eurocontrol. World Geodetic System 1984.	Bibliografía	
Manual SAERCO. Navegación Aérea y Cartografía	Bibliografía	
Cuaderno Laboratorio	Bibliografía	
Espacio Moodle de la asignatura	Recursos web	
INSIGNIA Enaire	Recursos web	
Tutorial Global Mapper	Bibliografía	Tutorial hecho por el Grupo de investigación de navegación Aérea. GINA
Manual SENASA Navegación y Cartografía	Bibliografía	Apuntes editados por SENASA para los alumnos que cursan la intensificación de Control de Tráfico Aéreo

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura