



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

2019/20 - 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

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	2019-20

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Luis Perez Sanz (Coordinador/a)	B317-318	l.perez@upm.es	Sin horario.
Tomas Martin Domingo		tomas.martin@upm.es	Sin horario.
Jose Maria Colas Pulido		josemaria.colas@upm.es	Sin horario.

* 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

- Inglés

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 Geodesia.

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 presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	Tema 1: Exposición teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1: Ejercicios Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
2	Tema 1: Ejercicios Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 2: Exposición teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Tema 3: Exposición teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Tema 5 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas de laboratorio del tema 5 Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Informe prácticas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
6	Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas de laboratorio del tema 5 Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	Tema 6 Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8	Tema 6 Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
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 Duración: 03:00

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	Prácticas de Laboratorio del tema 8 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Informe prácticas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
15	Tema 11: Exposición teórica Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Trabajos propuestos TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 06:00
16	Tema 12: Exposición teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Examen 2 parcial. Temas 7 a 12 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 03:00
17				Examen final para los alumnos que no siguen evaluación continua. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 04:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Informe prácticas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	5%	5 / 10	CT07 CG02 CB03 CB01 CT09 CE06
9	Examen 1 parcial. temas 1 a 6	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	40%	5 / 10	CG02 CB03 CT08 CB01 CE06 CT09 CT07
14	Informe prácticas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	5%	5 / 10	CT07 CG02 CB03 CB01 CT09 CE06
15	Trabajos propuestos	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	06:00	10%	5 / 10	CB03 CB01 CT09 CT07 CG02 CE06
16	Examen 2 parcial. Temas 7 a 12	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	40%	5 / 10	CT07 CG02 CB03 CT08 CB01 CT09 CE06

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final para los alumnos que no siguen evaluación continua.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
examen julio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CT07 CG02 CB03 CT08 CB01 CT09 CE06

7.2. Criterios de evaluación

La superación de la asignatura se podrá obtener por una de las formas siguientes:

1. Convocatoria ordinaria de Febrero.

o Modo presencial (Por parciales)

o Modo No Presencial (Examen Final)

2. Convocatoria extraordinaria de Julio: Examen único final

Convocatoria Ordinaria de Febrero:

Al inicio del curso el alumno deberá elegir y comunicar por escrito al coordinador de la asignatura la modalidad que desea seguir: Presencial o No presencial. La fecha límite para ello la indicará el coordinador.

Alumnos que cursan la asignatura en la modalidad ?Presencial?:

? Asistencia a clase obligatoria. Se requiere una asistencia mínima del 70% de las clases correspondientes a cada una de las partes que integran un parcial. El no cumplimiento de asistencia en un parcial dará lugar a la calificación de NO APTO en ese parcial. Los alumnos que hubiesen seguido la asignatura en modalidad presencial y hubiesen cumplido el criterio de asistencia mínima en cursos anteriores no tendrán que volver a cumplir este requisito y podrán acogerse a la modalidad presencial del curso presente. El 70% es asistencia real por lo que no se admite ninguna justificación para una asistencia inferior a ese valor.

? Una vez se haya cumplido el requisito de asistencia a clase (70%):

o Se realizarán dos parciales. Se deben superar (5 puntos sobre 10) los dos parciales de forma independiente. La no superación de alguno de ellos, supone tener que realizar esa parte en el examen ordinario de Febrero. No se realiza la media entre ellos cuando uno de ellos está suspenso. El peso de esta parte es el 80% de la calificación final de la asignatura.

o Además se deberán realizar de forma obligatoria los trabajos propuestos en clase. El valor del conjunto de los trabajos tendrá un peso del 10% en la calificación final de la asignatura. Para la consideración de los trabajos en la calificación final se tendrán que entregar en el plazo fijado. La no entrega de alguno de los trabajos o sin la calidad mínima exigida supondrá no superar la asignatura en la convocatoria en curso. La entrega de un trabajo fuera de plazo se considerará a efectos de haber sido entregado, pero no se tendrá en cuenta a efectos de la calificación final.

o La práctica de laboratorio propuesta ejecutada correctamente y entregada en plazo tendrá un valor del 10% en la calificación final de la asignatura.

o Si un alumno aprueba los dos exámenes parciales y no hubiese entregado en fecha alguno de los trabajos propuestos o la práctica de laboratorio, se le guardarán las calificaciones de los exámenes hasta el examen ordinario, debiéndose entregar antes del mismo los trabajos pendientes. En este caso los trabajos/práctica de laboratorio no servirán para aumentar la calificación, es decir la nota final será la obtenida de los exámenes, ponderada en el 80% e incrementada por el valor ponderado de los trabajos entregados en la fecha propuesta inicial.

o Si el alumno hubiese realizado una asistencia a clase real del 90% o superior, a la nota final obtenida con los criterios anteriores se le añadirán 0,5 puntos sobre 10. Esta suma nunca podrá dar un resultado en la calificación final de la asignatura superior a 10 puntos.

Alumnos que cursan la asignatura en la modalidad ?No Presencial?:

? El alumno se examinará de toda la asignatura en un único examen en la convocatoria oficial ordinaria de Febrero.

? Para poder presentarse al examen se deberán haber entregado previamente los trabajos/prácticas de laboratorio propuestos en el plazo convenido y con una calidad suficiente.

? Para superar la asignatura se deberá obtener una puntuación mínima en el examen de 5 puntos sobre 10. El Examen final ordinario tendrá un peso en la calificación final de la asignatura del 100%. Los trabajos realizados/práctica de laboratorio son obligatorios, pero no incrementarán la nota obtenida en el examen.

Convocatoria extraordinaria de Julio

? En caso de no haber superado la asignatura en la convocatoria ordinaria (Febrero) el/la alumno/a, de cualquiera de las modalidades (presencial/no presencial) tendrá la oportunidad de acudir al examen final extraordinario de Julio. El alumno tendrá que examinarse de la totalidad de la asignatura aunque hubiese superado parte de la misma en algún momento anterior. Para realizar este examen es necesario haber entregado previamente los ejercicios propuestos. La calificación de la asignatura será 100% el valor del examen. Los trabajos/prácticas de laboratorio no incrementarán la nota del examen de cara a la calificación final

Una vez se han expuesto los criterios generales de calificación, la experiencia ha hecho que se identifiquen más subcasos dentro de las posibilidades de los alumnos que han seguido la modalidad presencial. Estos subcasos identificados tratan de considerar todas las posibilidades que puedan darse en cuanto a la combinación de asistencia a clase y aprobar un parcial durante el curso y el otro en el final, o tener la asistencia y aprobar los dos en el final, etc.

Explicación ampliada de los criterios de calificación:

Pueden existir distintos casos en los que inicialmente eligieron la modalidad presencial.

A la hora de calificar se consideran dos criterios adicionales que se denominarán "Reglas".

? Regla 80/20 se refiere a que la nota del examen vale el 80%, los trabajos + laboratorio el 20% y además se le añade 0,5 puntos a la nota final si la asistencia fue igual o superior al 90% a lo largo del curso, es decir en los dos parciales o como media de ellos.

? Regla 100% significa que la nota final es la que se obtiene directamente del examen.

Caso 1:

? Alumno que cumple asistencia ? 70% en los dos parciales y aprueba los dos parciales.

Entonces:

? Se le aplica la regla 80/20

Caso 2:

? Cumple asistencia ? 70% en los dos parciales,

? Sólo aprueba uno de ellos en la fecha del parcial.

Entonces:

? Va al examen final con el parcial suspenso. Si le suspende con una nota ? 4,0 se le puede hacer media y se le aplica la regla 80/20

Caso 3:

? Cumple asistencia ? 70% en los dos parciales,

? Se presenta y suspende los dos parciales.

Entonces:

? Va al examen final completo.

? Se le aplica la regla 80/20

Caso 4:

? Cumple asistencia ? 70% en uno de los parciales y no en el otro. Aprueba el parcial al que se presentó y el otro lógicamente no se pudo presentar. Se distinguen dos subcasos:

o 4.1: La media de la asistencia entre los dos parciales es ? 70%. Se le permite presentarse solo al parcial que no ha hecho. Se le aplica la regla 80/20. Si en ese parcial saca nota ? 4,0 se le podría hacer media.

o 4.2: La media de la asistencia entre los dos parciales es

Caso 5:

? Cumple asistencia ? 70% en uno de los parciales y no en el otro.

? El parcial al que se presentó lo suspendió y al otro no pudo presentarse. Tiene los dos suspensos.

De nuevo hay dos subcasos:

? 5.1: La media de la asistencia a lo largo de todo el curso es ? 70%. En este caso va al final con todo (examen completo). Hace el examen completo y se le aplica la regla 80/20

? 5.2: La media de la asistencia a lo largo de todo el curso es

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	