



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

143005024 - Modelización De Seguridad Y Del Riesgo De Colision

### PLAN DE ESTUDIOS

14TA - Master Universitario En Sistemas Del Transporte Aereo

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Segundo 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.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	9

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	143005024 - Modelización de Seguridad y del Riesgo de Colisión
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14TA - Master Universitario en Sistemas del Transporte Aereo
<b>Centro responsable de la titulación</b>	14 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería Aeronáutica Y Del Espacio
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Lidia Serrano Mira	E03.017	lidia.serrano@upm.es	Sin horario. Necesario contactar por correo electrónico
Javier Alberto Perez Castan (Coordinador/a)	B03.017	javier.perez.castan@upm.es	J - 15:00 - 17:00 Necesario contactar por e-mail con anterioridad

\* 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 Master Universitario en Sistemas del Transporte Aereo no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Otros Conocimientos: inglés, MatLab.

- ? Capacidad de búsqueda y selección de información por otras vías; ? Capacidad de comprensión, análisis y síntesis; ? Desarrollar habilidades sociales participativas y comunicativas; ? Adquirir un hábito de trabajo continuado a lo largo de

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE5 - Comprender principios, requisitos , criterios y métodos para la gestión de la seguridad operacional en el sistema del transporte aéreo

CG2 - Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en los entornos de evolución previstos en los Sistemas de Transporte Aéreo

CG4 - Comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados, y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CG6 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

CT3 - Gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos que son de aplicación en el entorno de los Sistemas del Transporte Aéreo.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA83 - El alumno comprende los sistemas y conceptos operacionales que se aplican en la gestión de la separación

RA33 - Conocer, comprender, analizar y valorar la Organización Aeronáutica nacional e internacional y del funcionamiento de los distintos modos del sistema mundial de transportes, con especial énfasis en el transporte aéreo.

RA73 - El alumno domina el concepto de modelización de riesgo

RA39 - Comprensión de la necesidad de la evolución del Sistema de Navegación Aérea

RA30 - Conocimiento, comprensión y síntesis de la aplicación de los principios de diseño y aplicación de tecnologías y procedimientos para garantizar la seguridad del transporte aéreo

RA40 - Mejorar sus capacidades de análisis a lo largo del semestre, en presentaciones escritas y desarrollos de resolución de ejercicios, planteamiento, resultados y unidades, entre otros.

RA82 - El alumno comprende las capas de la gestión de conflictos

RA81 - El alumno comprende el concepto de separación en términos ATM

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura tiene como objetivo adquirir las competencias básicas sobre la modelización de la seguridad y del riesgo de colisión en el espacio aéreo. Se hace especial hincapié en el empleo y análisis de distintos tipos de modelos de riesgo.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a la gestión de conflictos y de la separación entre aeronaves
  - 1.1. 1.1. Objetivo de la gestión de conflictos.
  - 1.2. 1.2. Conceptos básicos en la gestión de conflictos: separación mínima, horizonte del conflicto, separador, responsabilidad de la separación, delegación de la separación y autoseparación
  - 1.3. 1.3. Provisión de la separación. Evasión de la colisión
  - 1.4. 1.4. Modos de separación: Autoseparación, separación distribuida y separación cooperativa
2. Safety Nets
  - 2.1. Ground-based safety nets: Short Term Conflict Alert (STCA), Area Proximity Warning (APW), Minimum Safe Altitude Warning (MSAW).
  - 2.2. Airborne Safety Nets: Airborne Collision Avoidance System (ACAS), Ground Proximity Warning System (GPWS), Enhanced Ground Proximity Warning Systems (EGPWS).
  - 2.3. Airborne-Separation Assurance System (ASAS)
3. Detección y resolución de conflictos
  - 3.1. Detección de conflictos
  - 3.2. Resolución de conflictos. Conflictos entre aeronaves, conflictos entre aeronaves y otras amenazas
  - 3.3. Implementación de la solución a un conflicto. Coordinación. Medios técnicos necesarios
  - 3.4. Análisis de la capacidad de intervención en la provisión de separación (Separation provision intervention capability).
4. Modelización de la mínima de separación
  - 4.1. Capacidad o prestación de navegación
  - 4.2. Exposición al riesgo
  - 4.3. Capacidad de intervención
5. Modelización de modelos del riesgo de colisión
  - 5.1. 5.1. Principios y técnicas para la modelización del riesgo de colisión: Modelización de incertidumbres y modelización de errores operacionales
  - 5.2. Modelización de la Reduced Vertical Separation Minima (RVSM)
  - 5.3. 5.2. Principales modelos de riesgo de colisión: Modelos de Reich para la estimación del riesgo de colisión en espacio aéreo oceánico; Modelos de riesgo de colisión para separación vertical reducida

5.3.1. Modelos de riesgo de colisión de aeronaves en ruta, Modelos 3d CRM; Modelos de riesgo de colisión en el espacio aéreo del aeródromo; Modelos de riesgo de colisión para aproximación instrumentales paralelas simultáneas (SIPIA).

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Clase magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
2	<b>Clase magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3				<b>Trabajo safety nets</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 03:00
4	<b>Clase magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Clase magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	<b>Clase magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	<b>Clase magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Modelización incertidumbre trayectorias en MatLab</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 04:00
8	<b>Clase magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	<b>Clase magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Aplicación de un modelo de riesgo al espacio aéreo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 04:00



10	<b>Clase magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	<b>Clase magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12	<b>Clase magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13			<b>Presentaciones</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
14			<b>Presentaciones</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
15			<b>Presentaciones</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
16			<b>Presentaciones</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
17				<b>Presentación</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00  <b>Trabajo de investigación</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00  <b>Prueba final y cuestionarios de los temas</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:00  <b>Examen</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 00:00

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 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
3	Trabajo safety nets	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	03:00	10%	5 / 10	CG6 CT3 CE5
7	Modelización incertidumbre trayectorias en MatLab	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	04:00	15%	5 / 10	CG2 CE5
9	Aplicación de un modelo de riesgo al espacio aéreo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	04:00	15%	5 / 10	CG4 CT3 CE5
17	Presentación	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	01:00	20%	5 / 10	CG4 CG6 CT3
17	Prueba final y cuestionarios de los temas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	40%	5 / 10	CG2 CG4 CE5

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Trabajo de investigación	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	50%	5 / 10	CG6 CT3 CE5
17	Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	50%	5 / 10	CG2 CG4 CE5

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Los conocimientos se evaluarán mediante las pruebas indicadas en la tabla anterior

Alumnos que decidan realizar evaluación continua:

- El alumno deberá asistir de manera regular a las lecciones presenciales.
- Es necesario tener aprobados todos los trabajos por separado para poder optar a la evaluación continua.
- El examen final puede consistir en un examen individual escrito o la realización de un trabajo con su posterior defensa.

En el caso de que un alumno haya elegido evaluación continua y no cumpla los requisitos deberá presentarse directamente en la convocatoria extraordinaria de Julio

En caso de suspenso el/la alumno/a tendrá la oportunidad de acudir al examen final extraordinario de Julio, en el que se evaluarán los conocimientos de toda la asignatura, con la misma ponderación que para el caso del examen ordinario.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Diapositivas proporcionadas por los profesores	Otros	
Anexos de la OACI: Anexo 2: Reglas del aire. Anexo 6: Operación de Aeronaves. Anexo 11: Servicios de Tránsito Aéreo. Anexo 15: Servicio de información Aeronáutica. Anexo 19: Gestión de la seguridad operacional.	Bibliografía	

Documentación OACI: Doc. 4444-ICAO. PANS-ATM. Doc. 8168-ICAO Operación de Aeronaves.	Bibliografía	
Safety Assessment for Time-based Longitudinal Separation in Oceanic Airspace. OACI. SASP-WG/WHL/13-07/12/05/07	Bibliografía	
Manual on Airspace Planning Methodology for the determination of separation minima. ICAO Doc 9679	Bibliografía	
Global Air Traffic Management Operational Concept. Doc 9854 AN/458ICAO	Bibliografía	
Manual on Air Traffic Management System Requirements. Doc. 9882 AN/467	Bibliografía	
Plan Mundial de navegación Aérea. Doc. 9750 AN/963	Bibliografía	
Documentation EUROCONTROL: Guidelines for the application of the ECAC Radar Separation Minima.	Bibliografía	
ACRP 4-09 -Risk Assessment Method to Support Modification of Airfield Separation Standards	Bibliografía	
A Methodology to Assess the Safety of Aircraft Operations when Aerodrome Obstacle Standards cannot be met. Hartmut Fricke. Dresden University of Technology	Bibliografía	
Causal Risk Models of Air Transport: Comparison of User Needs and Model Capabilities. Alfred Lambertus Cornelis Roelen	Bibliografía	

Analysis of Aircraft Separations and Collision Risk Modeling. Dr. H. D. Sherali C. Smith	Bibliografía	
Espacio MOODLE de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es">http://moodle.upm.es</a>	Recursos web	En esta plataforma se incluyen documentos docentes básicos de la asignatura, enlaces, test de autoevaluación, ejercicios propuestos y resueltos, etc. Y se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas.