



## Titulación

**Código:** P4202V01 **Nome:** Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados

## Contido

**Código:** P4202101 **Nome:** Fundamentos de sistemas aéreos non tripulados **Ano Académico :** 2021/2022

**Créditos ECTS:** 6.00

**Carácter:** Obrigatorio **Convocatoria:** 1º Semestre de Titulacións de Grao/Máster

## Profesorado do Contido

Nome	Categoría	Función
Fernandez Cabanas, Manés	Profesor/a área externa	Profesor/a

## Objetivos de la asignatura

Esta asignatura es troncal. Se ha planteado un programa eminentemente técnico, pero sin introducir la complejidad matemática o conceptual que tendría en el caso de tratarse una materia para especialistas.

Su objetivo global es capacitar a los estudiantes para la selección, ajuste, y configuración de aeronaves comerciales de uso profesional, especialmente en lo que respecta al enlace radioeléctrico, el sistema de propulsión y a la selección de los componentes comerciales para la instrumentación de a bordo.

## Contidos

La memoria del título contempla para esta materia los siguientes contenidos:

UAS. Tipos. Configuraciones de multirrotores y de ala fija. El enlace radioeléctrico. Espectro electromagnético. Espectro radioeléctrico. Bandas y frecuencias para UAS. Antenas. Comunicaciones. Fraseología. Autopilotos. Estructura y componentes. Tipos de sistemas inerciales y sistemas de posicionamiento. Otros sensores. Estructura del control de vuelo. Sistemas de propulsión eléctricos. Motores eléctricos. Introducción al diseño de UAS con propulsión eléctrica. Dimensionamiento y simulación. Introducción al vuelo de UAS multirrotores y de ala fija. Pilotaje y vuelo autónomo.

Y los siguientes resultados de aprendizaje:

Adquirir conocimientos básicos para la formación operadores de UAS en aspectos relacionados con la aeronave. Conocer el diseño y los sistemas básicos de UAS con propulsión eléctrica y su dimensionamiento. Aprender las maniobras básicas de vuelo en sistemas multirrotores y ala fija.

Estos serán desarrollados de acuerdo con el siguiente:

Programa teórico (20 horas presenciales, 60 trabajo autónomo)

BLOQUE I: Introducción. Tipos de UAS. Análisis y seguridad del enlace radioeléctrico (8 HORAS)

1. Bandas de Frecuencia para el enlace radioeléctrico de mando, control, transmisión de vídeo y telemetría
2. Estaciones de control remoto
3. Tipos, selección y configuración de receptores
4. Estaciones de control remoto y receptores comerciales, especificaciones técnicas y criterios de selección
5. Tipo, instalación y características de las antenas
6. Radioenlaces de vídeo y telemetría

BLOQUE II: Configuración del autopiloto y sistemas auxiliares (4 HORAS)

1. Arquitectura y tipos de autopiloto
2. Configuración del autopiloto y sistemas auxiliares

BLOQUE III: Autonomía, gestión, selección y mantenimiento del sistema de almacenamiento de energía a bordo (6 HORAS)

1. Sistema de propulsión
2. Tipos de batería, ciclo de carga, almacenamiento y vida útil
3. Cálculo de la autonomía de un UAS en función de su carga de pago: casos prácticos
4. Corrección de la autonomía en función de altitud y temperatura ambiente

BLOQUE IV: Cámaras adaptadas a UAS: características, selección e instalación (2 HORAS)

1. Cámaras RGB
2. Cámaras térmicas y térmicas radiométricas
3. Cámaras duales
4. Sistemas integrados cámara-giroestabilizador
5. Índices de protección IP para cámaras, aeronaves y elementos auxiliares

Programa de prácticas (20 horas presenciales, 40 trabajo autónomo)

- Práctica 1: dimensionamiento de un vehículo multirrotor de 4 rotores mediante simulación.
- Práctica 2 (de campo y obligatoria para todos los alumnos): Práctica de vuelo con 2 equipos profesionales. Vuelo 1 de iniciación en modo GPS, ATTI y Sport (equipo de MTOW, peso máximo al despegue, menor de 5kg). Velocidad máxima de 76 km/h durante la práctica. Segundo



vuelo con equipo de MTOW de 11,5 kg (clasificación en categoría dos MTOW entre 5 y 15 kg). Se realizará vuelo de inspección industrial en modo GPS. Se pilotará en modo (FPV) sin visión exterior. Se usarán gafas profesionales: sólo con visión desde la aeronave y sin referencias externas. Se utilizará una plataforma de inspección simulada móvil: globos de helio en movimiento con códigos impresos o balizas de características similares.

- Práctica 3: Análisis práctico de enlaces radioeléctricos en diferentes bandas/configuración de autopilotos comerciales.

### **Bibliografía básica y complementaria**

No existe bibliografía para los bloques técnicos que se han descrito, adaptada al uso de UAS. El material recomendado se encontrará disponible en el campus virtual de la Universidad de Santiago ó google docs y es el resultado del trabajo realizado por un grupo de profesores de diferentes áreas de conocimiento de la Universidad de Oviedo. En concreto del Departamento de Ingeniería Eléctrica, en las Áreas de conocimiento de Ingeniería Eléctrica, Tecnología Electrónica y Teoría de la Señal y las Comunicaciones.

La legislación vigente se encuentra en la web de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea – Ministerio de Fomento.

Bibliografía complementaria

Practical Spread Spectrum – Charles O Philips

Permanent Magnet Brushless DC Motores Drives and Controls – Chang, liang Xia

DIY Lithium Batteries: How to Build Your Own Battery – Mica Toll Introduction to modern

Photogrammetry – Edward M. Mihail

### **Competencias**

Dentro del cuadro de competencias que figura en la Memoria Verificada del Título, se trabajarán las siguientes:

Competencias básicas:

- CB10 - 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.

Competencias generales:

- CG2 - Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en operación de los sistemas aéreos no tripulados.
- CG3 - Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma.

Competencias específicas:

- CE2 - Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes, así como de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.

Competencias transversales:

- CT8 - Capacidad de análisis y síntesis.
- CT9 - Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

### **Metodología de la enseñanza**

- Clases teóricas que podrán ser seguidas mediante Teams o similar.
- Clases prácticas presenciales y realizadas mediante sistemas TIC y Teams. Las prácticas 2 y 3 se realizarán presencialmente el resto podrán ser seguidas mediante Teams o similar. La práctica 2 se realizará mediante viaje de prácticas a un aeródromo.
- Trabajos: el alumno deberá realizar un trabajo individual relacionado con los contenidos de la asignatura que será posteriormente evaluado. Se planteará de forma individual o en grupos reducidos dependiendo del número de personas matriculadas.
- Tutorías: el profesor estará disponible para la resolución de dudas sobre los contenidos teóricos y en la realización de los trabajos y prácticas. Puesto que está adscrito a la Universidad de Oviedo, durante los días de la semana que se encuentre en ella los alumnos tendrán permanentemente disponible una línea de Skype y correo electrónico, junto con los medios de comunicación que aporte el campus virtual de la Universidad de Santiago.

#### **ESCENARIO 1**

Si bien la docencia se transmite mediante Teams. Se impartirán 4 horas de teoría y las tutorías en grupo exclusivamente mediante videoconferencia con la plataforma de Teams o similar.

#### **ESCENARIO 2**

Se impartirá toda la teoría, el 50% de las prácticas y las tutorías en grupo mediante videoconferencia con la plataforma de Teams o similar. Los alumnos deberán exponer mediante esta misma plataforma el trabajo en grupo realizado. ESCENARIO 3 Toda la docencia se realizará de forma virtual.

### **Sistema de evaluación**

Los conocimientos y competencias adquiridos por los estudiantes se evaluarán de la siguiente forma:

- Breve examen de preguntas breves, presencialmente a través de equipos de microsoft o similares oa través del campus virtual, (20% de la calificación). Evaluación de competencias CB6, CB7, CB10, CG1, CG3, CT8 - Correcta realización de las prácticas. (75% de la nota). Evaluación de competencias CG4, CG5, CE1, CT6 y CT9

-Asistencia continuada y participación activa (5% de la calificación). Evaluación de competencias CT8

Ninguna calificación será conservada para el siguiente curso académico en el caso no alcanzar la puntuación mínima. La calificación mínima obtenida deberá ser mayor o igual a 5 puntos.

Los estudiantes que tengan concedida dispensa de asistencia a alguna de las actividades docentes programadas según lo dispuesto en la Instrucción 1/2017 de la Secretaría General, deben tener en cuenta que para aprobar esta materia es obligatoria la asistencia a las actividades prácticas, tanto de laboratorio como de campo, señaladas en el horario de clases y programadas en la Guía docente.

El anterior procedimiento de evaluación será idéntico, tanto en la convocatoria ordinaria de junio como en la de julio



### **Tiempo de estudio y trabajo personal**

A continuación, se indica una estimación del tiempo que cada alumno debe dedicar a las diferentes actividades de aprendizaje (horas presenciales seguidas de las horas de trabajo personal):

- Clases teóricas: 20 h, 60 h.
- Clases prácticas: 20 h, 40 h.
- Tutorías: 7. Se ofrece tutoría presencial o telemática a necesidad del alumno de lunes a viernes, 3 h. Total: 42 h ; 108 h. = 150 horas de trabajo.

### **Recomendaciones para el estudio de la asignatura**

Visionado previo de vídeos relativos a los temas de estudio en el canal de YT del profesor:

<http://www.youtube.com/c/UASUOUniversidaddeOviedo>

Se sugiere la suscripción al canal (exento de publicidad o remuneración alguna para su autor), puesto que en él se incluyen periódicamente resultados del análisis de nuevas aeronaves, nuevos productos, visitas a ferias nacionales e internacionales, proyectos de investigación y se amplían los contenidos expuestos en clase y disponibles en el campus virtual.

Los comentarios realizados por cualquier suscriptor en los vídeos disponibles serán respondidos en un plazo máximo de 24 h durante el periodo de impartición de la asignatura. Finalizada esta el tiempo habitual de respuesta es de unas 72 h.

### **Observaciones**

Plan de contingencia

En el escenario 3 no podrán realizarse las prácticas 2 y 5 del temario que serán sustituidas por otras que no requieran presencialidad.

En todos los escenarios, se mantendrá la impartición de la asignatura, a través de streaming en su horario habitual.

El examen de la asignatura se realizará de forma presencial en el escenarios 1 y virtual mediante Microsoft Teams, Microsoft forms o similar en los escenarios 2 y 3.

En cualquier escenario: para los casos de realización fraudulenta de ejercicios o pruebas será de aplicación lo recogido en la "Normativa de evaluación do rendemento académico dos estudantes e de revisión de cualificacións".



## Contido

**Código:** P4202102 **Nome:** Operacións, lexislación e certificación **Ano Académico :** 2021/2022

**Créditos ECTS:** 6.00

**Carácter:** Obrigatorio **Convocatoria:** 1º Semestre de Titulacións de Grao/Máster

## Datas de Aprobación

**Data aprobación Enxeñaría Agroforestal:** 04/06/2021

## Profesorado do Contido

Nome	Categoría	Función
GONZALEZ VAZQUEZ,XESUS PABLO	PC-DOU	Profesor/a
RODRIGUEZ PEREÑA,JAIME	TIT-UN	Profesor/a

## Objetivos de la asignatura

Comprensión general de los fundamentos operacionales. Capacidad para elaborar un plan de vuelo y la documentación necesaria como operador de drones de AESA. Adquirir las competencias básicas para abordar, como operador de UAS, las materias de aplicaciones temáticas.

## Contidos

La memoria verificada del título contempla los siguientes contenidos: Legislación en el ámbito de la Navegación y la Seguridad Aérea. Reglamento de la Circulación aérea y la normativa sobre UAS. Autoridades aeronáuticas. Aplicación y limitaciones legislativas. Certificación: Certificación de la aeronave. Formación y certificación de piloto de UAS. Seguros conforme a la normativa vigente. Operaciones. Tipos de operaciones. Procedimientos operacionales. Escenarios operacionales y Limitaciones operativas. Meteorología. Navegación e interpretación de mapas. El Manual de operaciones. Estudio de seguridad aeronáutico. Perfiles de Vuelo y Características de la Operación. Herramientas para planificación y seguimiento de operaciones Factores humanos. Servicios de tránsito aéreo.

Estos contenidos se desarrollarán de la siguiente manera:

### SESIONES EXPOSITIVAS:

- T1. Reglamentación (2 HP + 4,8 HTA)
- T2. Control de tránsito aéreo (2 HP + 4,8 HTA)
- T3. Procedimientos operacionales (2 HP + 4,8 HTA)
- T4. Meteorología (2 HP + 4,8 HTA)
- T5. Comunicación aeronáutica (2 HP + 4,8 HTA)
- T6. Factores humanos para UAS (2 HP + 4,8 HTA)
- T7. Navegación e interpretación de mapas (2 HP + 4,8 HTA)
- T8. Certificación de la aeronave (4 HP + 9,5 HTA) T9. Certificación del piloto (2 HP + 4,8 HTA)

### SESIONES INTERACTIVAS:

- S1. Conceptos básicos de fotogrametría (1 HP + 2,4 HTA)
- S2. Estereoscopia (1 HP + 2,4 HTA)
- S3. Planeamiento de vuelo (2 HP + 4,8 HTA)
- S4. Elaboración de un plan de vuelo (4 HP + 9,5 HTA)
- S5. Elaboración de un plan de vuelo (4 HP + 9,5 HTA)
- P1. Utilización de software de planeamiento de vuelo (1 HP + 2,4 HTA)
- P2. Utilización de software de planeamiento de vuelo (1 HP + 2,4 HTA)
- P3. Evaluación de diferentes planes de vuelo (8 HP + 19 HTA)

HP = Horas Presenciales

HTA = Horas de Trabajo Autónomo

## Bibliografía básica y complementaria

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- (1) Virués Ortega, D. et al. (2016). Piloto de dron (RPAS). Madrid: Paraninfo
- (2) Lerma García, J.L. (2002). Fotogrametría moderna: analítica y digital. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- (1) Zurdo Mallén, J.L. (2018). Piloto de DRONES (RPAS). Barcelona: Ed. Zurdo Mallén.
- (2) Kraus, K. (2000) Photogrammetry. Vol. 1. Fundamentals and Standard Processes. Köln: Ed. Dümmler.
- (3) García-Cabañas, J.A. (2018). Guía de mantenimiento y reparación de drones (RPAS). Madrid: Paraninfo.
- (4) García-Cabañas, J.A. (2018). Curso de radiofonista para pilotos de drones (RPAS). Madrid: Paraninfo.

## Competencias

Competencias básicas y generales: CB7, CB10, CG2, CG4



Competencias transversales: CT7, CT8, CT9

Competencias específicas: CE1, CE3, CE5, CE6

**DESCRIPCIÓN DE LAS COMPETENCIAS:**

- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionadas con su área de estudio.
- CB10 - 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.
- CG2 - Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en operación de los sistemas aéreos no tripulados. CG4 - Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.
- CT7 - Capacidad de organización y planificación.
- CT8 - Capacidad de análisis y síntesis.
- CT9 - Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.
- CE1 - Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordaje y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad.
- CE3 - Capacidad de intervenir e interactuar con otros equipos técnicos en la planificación con sistemas aéreos no tripulados.
- CE5 - Capacidad de aplicar datos UAS para la obtención de información clave para la gestión de recursos naturales y agroforestales.
- CE6 - Conocimiento de los principios geomáticos, de navegación, captura, interpretación y tratamiento digital de imágenes, así como de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados, para el uso de UAS en el ámbito de la ingeniería, la arquitectura y el territorio.

**Metodología de la enseñanza**

Los conocimientos y habilidades se desarrollan a través de:

- 20h de clases teóricas presenciales en donde son introducidos los temas expositivos. - 22h de sesiones presenciales interactivas, realizando prácticas y/o seminarios.
- Utilización del aula virtual, en donde estará el material de clase, así como actividades complementarias. - Las tutorías de grupo e individuales serán presenciales.

**Sistema de evaluación**

**A) ALUMNOS MATRICULADOS POR PRIMERA VEZ EN LA MATERIA:**

- ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN CONTÍNUA (EC): el alumno dispondrá de cuestionarios que tendrá que realizar de cada tema en el aula virtual, así como de actividades prácticas de aplicación de los conocimientos adquiridos, obteniendo una calificación sobre un máximo de 10 puntos. Para superar la materia hay que obtener un mínimo de 4 puntos en esta parte.

COMPETENCIAS: CE1, CE3, CE5, CE6, CT7, CT8, CT9, CB7, CB10, CG2, CG4

- EXAMEN (EX): el examen constará de cuestiones teóricas y prácticas puntuando la nota sobre un total de 10 puntos. Para superar la materia hay que obtener un mínimo de 4 puntos en esta parte.

COMPETENCIAS: CE1, CE3, CE5, CE6

- PRÁCTICAS (PR): el alumno debe entregar las actividades prácticas que se van realizando, puntuándose con una nota sobre 10 puntos. Para aprobar la asignatura hay que obtener un mínimo de 4 puntos en esta parte. En el caso de programarse un viaje de prácticas, la asistencia tendrá carácter obligatorio. La evaluación de esa actividad se computará dentro de este epígrafe.

COMPETENCIAS: CT7, CT8, CT9, CE1, CE3, CE5, CE6

La calificación final corresponderá a las evaluaciones parciales obtenidas de acuerdo con la siguiente ponderación: NOTA FINAL = 20% EC + 40% EX + 40% PR

La evaluación de la primera y segunda oportunidad se realizará utilizando los mismos criterios.

**B) ALUMNOS QUE NO SUPERARON LA MATERIA EN AÑOS ANTERIORES:**

- Si tienen realizadas las prácticas y aptas (PR>4 pto), únicamente tendrán que realizar el examen (EX) y las actividades de evaluación continua (EC) evaluándose con los mismos criterios que los alumnos matriculados por primera vez.

- Si no tienen las prácticas aptas del curso anterior, tendrán que realizarlas en el presente año académico. - La calificación de la parte práctica se guardará un máximo de un año desde la realización de la misma.

Para los casos de realización fraudulenta de ejercicios o pruebas será de aplicación lo recogido en la Normativa de evaluación de rendimiento académico de los estudiantes y de la revisión de cualificaciones.

**Tiempo de estudio y trabajo personal**

Los tiempos de estudio establecidos en esta materia son:

- Clases teóricas expositivas: 20 horas
- Clases interactivas (prácticas/seminarios): 22 horas.
- Tutorías en grupo: 3 horas
- Estudio individual: 100 horas (incluidas lectura y terminación de trabajos prácticos)

**Recomendaciones para el estudio de la asignatura**

- Asistencia a todas las sesiones expositivas y prácticas.
- Consulta diaria del campus virtual.
- Asistencia a las tutorías de grupo para discutir, aclarar ó resolver cualquier duda.

**Observaciones**

DISPENSA DE ASISTENCIA:



Los alumnos a los que se les conceda esta dispensa deberán realizar el seguimiento de la materia a través del Campus Virtual, realizando todas las entregas necesarias para obtener calificación positiva en EC, PR y EX respectivamente.

En cuanto al sistema de evaluación, se considera el siguiente PLAN DE CONTINGENCIA:

**ESCENARIO 1: NORMALIDAD** (sin restricciones a la presencialidad física). El escenario 1 se caracteriza por la convivencia con ciertas medidas de prevención, de autoprotección de la población (mascarillas faciales, uso de geles desinfectantes etc.) y mantenimiento de restricciones que afecten a eventos de cierta afluencia de personas.

En este escenario se desarrollará la evaluación de forma presencial, según lo indicado en los epígrafes anteriores. **ESCENARIO 2:**

**DISTANCIAMIENTO** (restricciones parciales a la presencialidad física). En el escenario 2 se aplicarán las medidas de protección activas, de obligado cumplimiento, como el distanciamiento de seguridad, el uso de mascarillas faciales y medidas organizativas de control de acceso y aforo. En este escenario, la evaluación de EC será mediante entregas telemáticas a realizar una vez finalizado el tema, PR será presencial (>50%) y virtual, y EX será telemático.

**ESCENARIO 3: CIERRE DE INSTALACIONES.** En atención a las medidas que dispongan las autoridades sanitarias, en el caso de confinamiento de la población y cierre de las instalaciones de la Universidad, la evaluación se desarrollaría a través de eventos telemáticos y entregas a través del Campus Virtual, tanto para EC, PR y EX.

En cuanto a la metodología docente, se considera el siguiente PLAN DE CONTINGENCIA:

**ESCENARIO 1: NORMALIDAD** (sin restricciones a la presencialidad física). El escenario 1 se caracteriza por la convivencia con ciertas medidas de prevención, de autoprotección de la población (mascarillas faciales, uso de geles desinfectantes etc.) y mantenimiento de restricciones que afecten a eventos de cierta afluencia de personas.

En este escenario se desarrollará la docencia según lo indicado en los epígrafes anteriores.

**ESCENARIO 2: DISTANCIAMIENTO** (restricciones parciales a la presencialidad física). En el escenario 2 se aplicarán las medidas de protección activas, de obligado cumplimiento, como el distanciamiento de seguridad, el uso de mascarillas faciales y medidas organizativas de control de acceso y aforo. En este escenario, los conocimientos y habilidades se desarrollan a través de:

- 30h de clases teóricas virtuales en donde son introducidos los temas expositivos. Se utilizará tanto el aula virtual de la asignatura como Microsoft Teams.

- 30h de sesiones presenciales interactivas, realizando prácticas y/o seminarios.

- Utilización del aula virtual, en donde estará el material de clase, así como actividades complementarias.

- Las tutorías de grupo e individuales serán telemáticas.

**ESCENARIO 3: CIERRE DE INSTALACIONES.** En atención a las medidas que dispongan las autoridades sanitarias, en el caso de confinamiento de la población y cierre de las instalaciones de la Universidad, los conocimientos y habilidades se desarrollarían a través de:

- 30h de clases teóricas virtuales en donde son introducidos los temas expositivos. Se utilizará tanto el aula virtual de la asignatura como Microsoft Teams.

- 30h de sesiones interactivas, realizando prácticas y/o seminarios, impartidas también de manera virtual.

- Utilización del aula virtual, en donde estará el material de clase, así como actividades complementarias. - Las tutorías de grupo e individuales serán telemáticas.

Cuando se desarrolle docencia virtual, se utilizará Microsoft Teams, o cualquier otro mecanismo síncrono, preferentemente y siempre según horario oficial publicado por la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, a no ser que por cualquier circunstancia no se puedan impartir por este mecanismo y tengan que ser a través de vídeos explicativos en diferido.



## Contido

**Código:** P4202201 **Nome:** Métodos de análise de datos **Ano Académico :** 2021/2022

**Créditos ECTS:** 6.00

**Carácter:** Optativo **Convocatoria:** 2º Semestre de Titulacións de Grao/Máster

## Datas de Aprobación

**Data aprobación Enxeñaría Agroforestal:** 04/06/2021

## Profesorado do Contido

Nome	Categoría	Función
GONZALEZ VAZQUEZ, XESUS PABLO	PC-DOU	Profesor/a
RODRIGUEZ PEREÑA, JAIME	TIT-UN	Profesor/a

## Objetivos de la asignatura

Manejo de métodos de extracción de información a partir de resultados de un vuelo de UAS. Competencias básicas para abordar las materias de aplicaciones temáticas.

## Contidos

La memoria verificada del título contempla los siguientes contenidos: Corrección radiométrica, corrección geométrica y generación de ortoimágenes. Análisis de datos multiespectrales (Índices espectrales; realces y ajustes). Métodos de clasificación (supervisados/no supervisados; orientados a píxeles/orientados a objetos; análisis de errores). Análisis 3D (clasificación de nubes de puntos Lidar; generación de modelos del terreno y modelos de superficie; nubes de puntos SfM).

Estos contenidos se desarrollarán de la siguiente manera:

SESIONES EXPOSITIVAS:

- T1. Cámaras e imágenes (1 HP + 2,4 HTA)
- T2. Método general de la fotogrametría (1 HP + 2,4 HTA)
- T3. Apoyo fotogramétrico (2 HP + 4,8 HTA)
- T4. Modelos digitales del terreno (2 HP + 4,8 HTA)
- T5. Ortofotogrametría (2 HP + 4,8 HTA)
- T6. Principios básicos de detección remota (2 HP + 4,8 HTA) T7. Procesado de imágenes (2 HP + 4,8 HTA)

SESIONES INTERACTIVAS:

- S1. Proceso de orientación interna. Calibración (2 HP + 4,8 HTA)
- S2. Calibración de cámara (2 HP + 4,8 HTA)
- S3. Calibración de cámara (2 HP + 4,8 HTA)
- S4. Procesado de un vuelo con apoyo fotogramétrico (8 HP + 19 HTA)
- S5. Procesado de un vuelo con sensor multiespectral (8 HP + 19 HTA)
- P1. Visita al aeródromo de Rozas (4 HP + 9,5 HTA)
- P2. Empleo de GPS-RTK embarcado (2 HP + 4,8 HTA)
- P3. Empleo de sensores LiDAR en UAS (2 HP + 4,8 HTA)

HP = Horas Presenciales

HTA = Horas de Trabajo Autónomo

## Bibliografía básica y complementaria

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- (1) Lerma García, J.L. (2002). Fotogrametría moderna: analítica y digital. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia
- (2) Shenk, T. (2002). Fotogrametría digital. Barcelona: Ed. Marcombo
- (3) Cancela, J.J. y González, X.P. (2018). Uso de drones y satélites en agricultura: actas de horticultura de III Symposium Nacional de Ingeniería Hortícola y I Symposium Ibérico de Ingeniería Hortícola: celebrado del 21 al 23 de febrero de 2018, en Lugo 978-84-697-9314-5
- (4) Díaz, J. y Cervigón, J. (2015). Estudio de índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión. Madrid: Universidad Complutense.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- (1) Malveaux, C., Hall, S. G., Price, R. (2014). Using drones in agriculture: unmanned aerial systems for agricultural remote sensing applications. In 2014 Montreal, Quebec Canada July 13–July 16, 2014 (p.1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- (2) Tang, L., Shao, G. (2015). Drone remote sensing for forestry research and practices. Journal of Forestry Research, 26(4), 791-797.
- (3) Pádua, L., Vanko, J., Hruška, J., Adão, T., Sousa, J. J., Peres, E., & Morais, R. (2017). UAS, sensors, and data processing in agroforestry: a review towards practical applications. International Journal of Remote Sensing, 38(810), 2349-2391.

## Competencias

Competencias básicas y generales: CB7, CB9, CB10, CG5





Competencias transversales: CT2, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9

Competencias específicas: CE2

#### DESCRIPCIÓN DE LAS COMPETENCIAS:

- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionadas con su área de estudio.
- CB9 - Que los estudiantes sepan 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.
- CB10 - 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.
- CG5 - Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
- CT2 - Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega.
- CT4 - Desarrollo del espíritu innovador y emprendedor.
- CT5 - Habilidades de relaciones interpersonales. CT6 - Capacidad de trabajo en equipo.
- CT7 - Capacidad de organización y planificación.
- CT8 - Capacidad de análisis y síntesis.
- CT9 - Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.
- CE2 - Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes, así como de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.

### Metodología de la enseñanza

Los conocimientos y habilidades se desarrollan a través de:

- 12h de clases teóricas presenciales en donde son introducidos los temas expositivos.
- 30h de sesiones presenciales interactivas, realizando prácticas y/o seminarios.
- Utilización del aula virtual, en donde estará el material de clase, así como actividades complementarias. - Las tutorías de grupo e individuales serán presenciales.

### Sistema de evaluación

#### A) ALUMNOS MATRICULADOS POR PRIMERA VEZ EN LA MATERIA:

- ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN CONTÍNUA (EC): el alumno dispondrá de cuestionarios que tendrá que realizar de cada tema en el aula virtual, así como de actividades prácticas de aplicación de los conocimientos adquiridos, obteniendo una calificación sobre un máximo de 10 puntos. Para superar la materia hay que obtener un mínimo de 4 puntos en esta parte.

COMPETENCIAS: CE2, CT2, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CB7, CB9, CB10, CG5

- EXAMEN (EX): el examen constará de cuestiones teóricas y prácticas puntuando la nota sobre un total de 10 puntos. Para superar la materia hay que obtener un mínimo de 4 puntos en esta parte.

COMPETENCIAS: CE2

- PRÁCTICAS (PR): el alumno debe entregar las actividades prácticas que se van realizando, puntuándose con una nota sobre 10 puntos. Para aprobar la asignatura hay que obtener un mínimo de 4 puntos en esta parte. En el caso de programarse un viaje de prácticas, la asistencia tendrá carácter obligatorio. La evaluación de esa actividad se computará dentro de este epígrafe.

COMPETENCIAS: CT2, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CE2

La calificación final corresponderá a las evaluaciones parciales obtenidas de acuerdo con la siguiente ponderación:

NOTA FINAL = 20% EC + 40% EX + 40% PR

La evaluación de la primera y segunda oportunidad se realizará utilizando los mismos criterios.

#### B) ALUMNOS QUE NO SUPERARON LA MATERIA EN AÑOS ANTERIORES:

- Si tienen realizadas las prácticas y aptas (PR > 4 ptos), únicamente tendrán que realizar el examen (EX) y las actividades de evaluación continua (EC) evaluándose con los mismos criterios que los alumnos matriculados por primera vez.

- Si no tienen las prácticas aptas del curso anterior, tendrán que realizarlas en el presente año académico. - La calificación de la parte práctica se guardará un máximo de un año desde la realización de la misma.

Para los casos de realización fraudulenta de ejercicios o pruebas será de aplicación lo recogido en la Normativa de evaluación de rendimiento académico de los estudiantes y de la revisión de cualificaciones.

### Tiempo de estudio y trabajo personal

Los tiempos de estudio establecidos en esta materia son:

- Clases teóricas expositivas: 12 horas
- Clases interactivas (prácticas/seminarios): 30 horas.
- Tutorías en grupo: 3 horas
- Estudio individual: 100 horas (incluidas lectura y terminación de trabajos prácticos)

### Recomendaciones para el estudio de la asignatura

- Asistencia a todas las sesiones expositivas y prácticas.
- Consulta diaria del campus virtual.
- Asistencia a las tutorías de grupo para discutir, aclarar ó resolver cualquier duda.





## Observaciones

### DISPENSA DE ASISTENCIA:

Los alumnos a los que se les conceda esta dispensa deberán realizar el seguimiento de la materia a través del Campus Virtual, realizando todas las entregas necesarias para obtener calificación positiva en EC, PR y EX respectivamente.

En cuanto al sistema de evaluación, se considera el siguiente PLAN DE CONTINGENCIA:

**ESCENARIO 1: NORMALIDAD** (sin restricciones a la presencialidad física). El escenario 1 se caracteriza por la convivencia con ciertas medidas de prevención, de autoprotección de la población (mascarillas faciales, uso de geles desinfectantes etc.) y mantenimiento de restricciones que afecten a eventos de cierta afluencia de personas.

En este escenario se desarrollará la evaluación de forma presencial, según lo indicado en los epígrafes anteriores. **ESCENARIO 2:**

**DISTANCIAMIENTO** (restricciones parciales a la presencialidad física). En el escenario 2 se aplicarán las medidas de protección activas, de obligado cumplimiento, como el distanciamiento de seguridad, el uso de mascarillas faciales y medidas organizativas de control de acceso y aforo. En este escenario, la evaluación de EC será mediante entregas telemáticas a realizar una vez finalizado el tema, PR será presencial (>50%) y virtual, y EX será telemático.

**ESCENARIO 3: CIERRE DE INSTALACIONES.** En atención a las medidas que dispongan las autoridades sanitarias, en el caso de confinamiento de la población y cierre de las instalaciones de la Universidad, la evaluación se desarrollaría a través de eventos telemáticos y entregas a través del Campus Virtual, tanto para EC, PR y EX.

En cuanto a la metodología docente, se considera el siguiente PLAN DE CONTINGENCIA:

**ESCENARIO 1: NORMALIDAD** (sin restricciones a la presencialidad física). El escenario 1 se caracteriza por la convivencia con ciertas medidas de prevención, de autoprotección de la población (mascarillas faciales, uso de geles desinfectantes etc.) y mantenimiento de restricciones que afecten a eventos de cierta afluencia de personas.

En este escenario se desarrollará la docencia según lo indicado en los epígrafes anteriores.

**ESCENARIO 2: DISTANCIAMIENTO** (restricciones parciales a la presencialidad física). En el escenario 2 se aplicarán las medidas de protección activas, de obligado cumplimiento, como el distanciamiento de seguridad, el uso de mascarillas faciales y medidas organizativas de control de acceso y aforo. En este escenario, los conocimientos y habilidades se desarrollan a través de:

- 30h de clases teóricas virtuales en donde son introducidos los temas expositivos. Se utilizará tanto el aula virtual de la asignatura como Microsoft Teams.
- 30h de sesiones presenciales interactivas, realizando prácticas y/o seminarios.
- Utilización del aula virtual, en donde estará el material de clase, así como actividades complementarias.
- Las tutorías de grupo e individuales serán telemáticas.

**ESCENARIO 3: CIERRE DE INSTALACIONES.** En atención a las medidas que dispongan las autoridades sanitarias, en el caso de confinamiento de la población y cierre de las instalaciones de la Universidad, los conocimientos y habilidades se desarrollarían a través de:

- 30h de clases teóricas virtuales en donde son introducidos los temas expositivos. Se utilizará tanto el aula virtual de la asignatura como Microsoft Teams.
- 30h de sesiones interactivas, realizando prácticas y/o seminarios, impartidas también de manera virtual.
- Utilización del aula virtual, en donde estará el material de clase, así como actividades complementarias. - Las tutorías de grupo e individuales serán telemáticas.

Cuando se desarrolle docencia virtual, se utilizará Microsoft Teams, o cualquier otro mecanismo síncrono, preferentemente y siempre según horario oficial publicado por la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, a no ser que por cualquier circunstancia no se puedan impartir por este mecanismo y tengan que ser a través de vídeos explicativos en diferido.



## Contido

**Código:** P4202202 **Nome:** Aplicacións no ámbito agroforestal e ambiental **Ano Académico :** 2021/2022

**Créditos ECTS:** 6.00

**Carácter:** Optativo **Convocatoria:** 2º Semestre de Titulacións de Grao/Máster

## Datas de Aprobación

**Data aprobación Botánica :** 02/06/2021

**Data aprobación Producción Vexetal e Proxectos de Enxeñaría:** 04/06/2021 **Data aprobación Enxeñaría**

**Agroforestal:** 04/06/2021

## Profesorado do Contido

Nome	Categoría	Función
CANCELA BARRIO, JAVIER JOSE	PC-DOU	Profesor/a
Díaz Varela, Emilio Rafael	PC-DOU	Profesor/a
DÍAZ VARELA, RAMÓN ALBERTO	PC-DOU	Profesor/a

## Objetivos de la asignatura

Proporcionarle al alumno los conocimientos relativos a:

Dominio de los principios y aplicaciones de los UAS en la gestión de los recursos naturales

Capacidad para el diseño de operaciones y manejo de datos en la realización de inventarios.

Conocer las aplicaciones principales de los UAS en el ámbito de la agricultura y selvicultura. Capacidad para el diseño de operaciones y manejo de datos en la agricultura de precisión.

## Contidos

En la memoria de título figuran los siguientes contenidos:

Aplicaciones de los UAS a la caracterización, evaluación y seguimiento 2D y 3D de la cobertura vegetal. Extracción de variables cuantitativas, clasificación y análisis de cambios a partir de datos multi e hiperspectrales, LiDAR y nubes de puntos SfM.

Aplicaciones de los UAS al seguimiento de especies. Métodos de muestreo y cálculo de poblaciones

Aplicaciones de los UAS en el sector agroforestal. Agricultura de precisión. Determinación del grado de cobertura del cultivo, biomasa, rendimiento, estado hídrico y erosivo de cultivos.

Control de plagas y enfermedades mediante el empleo de UAS.

Análisis de patrones espaciales y estructura a microescala a partir de datos UAS de ultra alta resolución.

Estos contenidos se desarrollarán en las siguientes sesiones teóricas y prácticas:

Sesiones teóricas (12 h presenciales + 20 h trabajo autónomo del alumno):

Tema 1. Introducción. Recursos naturales, servicios ecosistémicos y biodiversidad: Evaluación y seguimiento mediante RPAS. Plataformas y sensores específicos. Integración con otras fuentes de datos. 1 h presencial + 1 h trabajo autónomo

Tema 2. Preparación de un proyecto de la evaluación y seguimiento de la cobertura vegetal. Procesado de imágenes y generación de productos 2D y 3D. 1 h presencial + 2 h trabajo autónomo

Tema 3. Aplicaciones de los UAV a la caracterización, evaluación y seguimiento de la cobertura vegetal: Paisaje y hábitats. (radiometría, respuesta espectral, sistemas de clasificación. Clasificaciones multiespectrales. Verificación de resultados). 1 h presencial + 2 h trabajo autónomo

Tema 4. Aplicaciones de los UAV a la caracterización, evaluación y seguimiento de la cobertura vegetal: Paisaje y hábitats. (clasificación 3D, LiDAR). 1 h presencial + 2 h trabajo autónomo

Tema 5. Aplicaciones de los UAV a la caracterización, evaluación y seguimiento de la cobertura vegetal: Paisaje y hábitats. (análisis de cambios). 1 h presencial + 2 h trabajo autónomo

Tema 6. Aplicaciones de los UAV al seguimiento de especies. Métodos de muestreo y cálculo de poblaciones. 1 h presencial + 2 h trabajo autónomo

Tema 8. Análisis de Patrones espaciales. 2 h presencial + 2 h trabajo autónomo

Tema 9. Agricultura de precisión (determinación del grado de cobertura del cultivo, biomasa y predicción del rendimiento, riego y fertilización). 2 h presencial + 3 h trabajo autónomo

Tema 10. Viticultura. 1 h presencial + 2 h trabajo autónomo

Tema 11. Control y lucha contra plagas. 1 h presencial + 2 h trabajo autónomo

Contenidos prácticos (30 horas presenciales + 82 h de trabajo autónomo del alumno):

Práctica 1. Preparación de un proyecto de la evaluación y seguimiento de la cobertura vegetal. Procesado de imágenes y generación de productos 2D y 3D. Extracción de información 3D, multiespectral e hiperspectral. 2 h presencial + 4 h trabajo autónomo

Práctica 2. Clasificación y seguimiento de la cubierta vegetal mediante imágenes de muy alta resolución. (clasificación multi). 2 h presencial + 6 h trabajo autónomo

Práctica 3. Clasificación y seguimiento de la cubierta vegetal mediante imágenes de muy alta resolución. (clasificación 3d). 3 h presencial + 10 h trabajo autónomo

Práctica 4. Clasificación y seguimiento de la cubierta vegetal mediante imágenes de muy alta resolución. (análisis de cambios). 3 h presencial + 10 h trabajo autónomo

Práctica 5. Clasificación y seguimiento de la cubierta vegetal mediante imágenes de muy alta resolución. (verificación 2d y 3d). 2 h presencial + 10 h trabajo autónomo

Práctica 6. Análisis de patrones espaciales. 2 h presencial + 6 h trabajo autónomo

Práctica 7. Toma de datos de campo e imágenes para la evaluación y seguimiento de la cobertura vegetal. 6 h.

Viaje Campo presencial + 4 h trabajo autónomo



Práctica 8. Agricultura de precisión (determinación del grado de cobertura del cultivo, biomasa y predicción del rendimiento, riego y fertilización). 4 h presencial + 12 h trabajo autónomo  
Práctica 9. Viticultura. 4 horas presencial. 3 h presencial + 10 h trabajo autónomo  
Práctica 10. Control y lucha contra plagas. 3 h presencial + 10 h trabajo autónomo

### Bibliografía básica y complementaria

Adão, T., Hruška, J., Pádua, L., Bessa, J., Peres, E., Morais, R., & Sousa, J. J. (2017). Hyperspectral imaging: A review on UAV-based sensors, data processing and applications for agriculture and forestry. *Remote Sensing*, 9 (11), 1110.

Cancela, JJ y González, XP (2018) Uso de drones y satélites en agricultura: actas de horticultura de III Symposium Nacional de Ingeniería Hortícola y I Symposium Ibérico de Ingeniería Hortícola: celebrado del 21 al 23 de febrero de 2018, en Lugo 978-84-697-9314-5

Colomina, I., Molina, P., 2014. Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 92, 79–97.

Díaz, J., & Cervigón, J. (2015). Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión. Universidad Complutense de Madrid.

Díaz-Varela, R.A., Calvo Iglesias, S., Cillero Castro, C., Díaz Varela, E.R., 2018. Sub-metric analysis of vegetation structure in bog-heathland mosaics using very high resolution rpas imagery. *Ecol. Indic.* 89, 861–873.

Dörnhöfer, K., Oppelt, N., 2016. Remote sensing for lake research and monitoring – Recent advances. *Ecol. Indic.* 64, 105–122.

Gonzalez, L., Montes, G., Puig, E., Johnson, S., Mengersen, K., Gaston, K., 2016. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and Artificial Intelligence Revolutionizing Wildlife Monitoring and Conservation. *Sensors* 16, 97.

Malveaux, C., Hall, S. G., Price, R. (2014). Using drones in agriculture: unmanned aerial systems for agricultural remote sensing applications. In 2014 Montreal, Quebec Canada July 13–July 16, 2014 (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Pádua, L., Vanko, J., Hruška, J., Adão, T., Sousa, J. J., Peres, E., & Morais, R. (2017). UAS, sensors, and data processing in agroforestry: a review towards practical applications. *International Journal of Remote Sensing*, 38(810), 2349–2391.

Tang, L., Shao, G. (2015). Drone remote sensing for forestry research and practices. *Journal of Forestry Research*, 26(4), 791–797.

Terms, F., 2017. Unmanned aerial vehicles for environmental applications. *Int. J. Remote Sens.* 38, 2029–2036.

#### Bibliografía complementaria

Anderson, K., Gaston, K.J., 2013. Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. *Front. Ecol. Environ.*

Berni, J., Zarco-Tejada, P.J., Suarez, L., Fereres, E., 2009. Thermal and Narrowband Multispectral Remote Sensing for Vegetation Monitoring from an Unmanned Aerial Vehicle. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 47, 722–738. d'Oleire-Oltmanns, S., Marzloff, I., Peter, K., Ries, J., 2012. Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Monitoring Soil Erosion in Morocco. *Remote Sens.* 4, 3390–3416.

Díaz-Varela, R.A., Ramil-Rego, P., Calvo-Iglesias, M.S., Díaz-Varela, R.A., Ramil-Rego, P., Calvo-Iglesias, A.S., 2007. Strategies of remote sensing monitoring of changes in NATURA 2000 sites: a practical assessment in coastal mountains of NW Iberian Peninsula, in: Ehlers, M., Michel, U. (Eds.), *Remote Sensing for Environmental Monitoring, Gis Applications, and Geology VII*. p. 74932.

Díaz-Varela, R.A., Zarco-Tejada, P.J., Angileri, V., Loudjani, P., 2014. Automatic identification of agricultural terraces through object-oriented analysis of very high resolution DSMs and multispectral imagery obtained from an unmanned aerial vehicle. *J. Environ. Manage.* 134, 117–126. d'Oleire-Oltmanns, S., Eisank, C., Dragut, L., Blaschke, T., 2013. An Object-Based Workflow to Extract Landforms at Multiple Scales from Two Distinct Data Types. *Geosci. Remote Sens. Lett. IEEE* 10, 947–951.

García Carazo, J., Alvarez Alvarez, P., Garrote Haigermoser, J., 2016. Aplicaciones de QGIS en la ordenación de montes Manual practico. Editorial Académica Española.

Gonçalves, J., Henriques, R., Alves, P., Sousa-Silva, R., Monteiro, A.T., Lomba, Â., Marcos, B., Honrado, J., 2016. Evaluating an unmanned aerial vehicle-based approach for assessing habitat extent and condition in fine-scale early successional mountain mosaics. *Appl. Veg. Sci.* 19, 132–146.

Jones, G.P., Pearlstone, L.G., Percival, H.F., 2006. An Assessment of Small Unmanned Aerial Vehicles for Wildlife Research. *Wildl. Soc. Bull.* 34, 750–758.

Kachamba, D., Ørka, H., Gobakken, T., Eid, T., Mwase, W., 2016. Biomass Estimation Using 3D Data from Unmanned Aerial Vehicle Imagery in a Tropical Woodland. *Remote Sens.* 8, 968.

Laliberte, A.S., Goforth, M.A., Steele, C.M., Rango, A., 2011. Multispectral remote sensing from unmanned aircraft: Image processing workflows and applications for rangeland environments. *Remote Sens.* 3, 2529–2551. Michez, A., Piégay, H., Lisein, J., Claessens, H., Lejeune, P., 2016. Classification of riparian forest species and health condition using multi-temporal and hyperspatial imagery from unmanned aerial system. *Environ. Monit. Assess.* 188, 146.

Mulero-Pázmány, M., Stolper, R., Van Essen, L.D., Negro, J.J., Sassen, T., 2014. Remotely piloted aircraft systems as a rhinoceros anti-poaching tool in Africa. *PLoS One* 9.

Reichardt, T.A., Collins, A.M., McBride, R.C., Behnke, C.A., Timlin, J.A., 2014. Spectroradiometric monitoring for open outdoor culturing of algae and cyanobacteria. *Appl. Opt.* 53, F31-45.

Shahbazi, M., Sohn, G., Théau, J., Menard, P., 2015. Development and Evaluation of a UAV-Photogrammetry System for Precise 3D Environmental Modeling. *Sensors (Basel)*. 15, 27493–524.

Turner, D., Lucieer, A., Malenovsky, Z., King, D., Robinson, S., 2014. Spatial Co-Registration of Ultra-High Resolution Visible, Multispectral and Thermal Images Acquired with a Micro-UAV over Antarctic Moss Beds. *Remote Sens.* 6, 4003–4024.

Zahawi, R.A., Dandois, J.P., Holl, K.D., Nadwodny, D., Reid, J.L., Ellis, E.C., 2015. Using lightweight unmanned aerial vehicles to monitor tropical forest recovery. *Biol. Conserv.* 186.

Recursos en la Web:

Earth Lab 2020. Document Your Science Using R Markdown and R. <https://www.earthdatascience.org/courses/earth-analytics/document-your-science/>. Acceso 20/07/2020.

Humboldt State University, 2014. GSP 216 Introduction to Remote Sensing. Accuracy Metrics. [http://gis.humboldt.edu/OLM/Courses/GSP\\_216\\_Online/lesson6-2/metrics.html](http://gis.humboldt.edu/OLM/Courses/GSP_216_Online/lesson6-2/metrics.html). Acceso 20/07/2020.

Prado Ortega, E. 2020. Empleo de los Modelos de Simulación de Reflectividad para la docencia de la Teledetección. Universidad de Alcalá. Departamento de Geografía. <http://geogra.uah.es/rtm/>. Acceso 20/07/2020.

Robert J. Hijmans, 2016–2020. Spatial Data Science with R. <https://rspatial.org/raster/#>. Acceso 20/07/2020.

The IDB Project, 2011–2020. Index DataBase. A database for remote sensing indices. <https://www.indexdatabase.de/>. Acceso 20/07/2020.

VV.AA. 2016. UAS 4 ENVIRO. Small Unmanned Aerial Systems for Environmental Research – 5th Edition. 28 – 30 June 2017. UTAD. Vila Real. PO, <http://uas4enviro2017.utad.pt/index.html%3Fp=1.html>. Acceso 20/07/2020.

Artículos de revistas del ámbito de aplicaciones agroforestales usando drones: Drones, Sensors, International Journal of Remote Sensing, Remote Sensing,...



## Competencias

Al concluir esta materia, los alumnos deben ser competentes en varios aspectos:

### BÁSICAS Y GENERALES

CG5 - Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa. CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan 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

CB10 - 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.

### TRANSVERSALES

CT3 - Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos CT4 - Desarrollo del espíritu innovador y emprendedor.

CT6 - Capacidad de trabajo en equipo. CT7 - Capacidad de organización y planificación CT8 - Capacidad de análisis y síntesis.

CT9 - Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

CT10 - Orientación a la calidad y a la mejora continua.

### ESPECÍFICAS

CE2 - Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes necesarios en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.

CE5 - Capacidad de aplicar datos de sistemas aéreos no tripulados para la obtención de información clave para la gestión de recursos naturales y agroforestales.

## Metodología de la enseñanza

Al ser una materia con un fuerte componente práctico y procedimental, en las clases magistrales se expondrán al alumno la introducción - bases teóricas- que deba conocer para aplicar en las aplicaciones prácticas.

Dentro de las actividades prácticas se incluye un viaje de campo de asistencia obligatoria (práctica de campo) para la toma de datos in situ. En caso de imposibilidad de realizar esta actividad se plantearán otras actividades alternativas.

El trabajo autónomo profundizará en el manejo de las fuentes de datos, técnicas y procedimientos de análisis a través de la aplicación de TIC a casos de estudio, Resolución de problemas/ejercicios y trabajos tutelados. Todas las actividades anteriores (sesiones expositivas, interactivas y tutorías) estarán apoyadas por el entorno virtual (aula virtual de la asignatura) que facilitará y permitirá la continuidad en todo el proceso de aprendizaje (guía, materiales, comunicaciones, entrega de trabajos, foros de debate, espacios de colaboración, etc.).

## Sistema de evaluación

La consecución de esas competencias se evaluará de forma continua durante todo el período lectivo. En la nota final se tendrá en cuenta:

- Prueba escrita (20 % de la nota final): CG5, CB6, CB7, CB9, CB10, CE2, CE5, CT4, CT7, CT8, CT9, CT10

- la preparación y defensa de trabajos/pruebas encargadas (30 % de la nota final): CG5, CB6, CB7, CB9, CB10, CE2, CE5, CT4, CT7, CT8, CT9, CT10

- la elaboración de los resultados de prácticas y su presentación (40 % de la nota final): CG5, CB6, CB7, CB9, CB10, CE2, CE5, CT4, CT7, CT8, CT9, CT10

- la asistencia y participación en las actividades programadas incluyendo el viaje de prácticas (10 % de la nota final): CB6, CB8, CE2, CE5, CT3, CT4, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10

El sistema descrito de evaluación será el empleado tanto en la primera y segunda oportunidad.

En el caso de alumnos repetidores se seguirá el sistema de evaluación descrito para alumnos comunes, pudiendo convalidarse en su caso la asistencia al viaje de prácticas de haberse realizado el curso anterior.

Para los casos de realización fraudulenta de ejercicios o pruebas será de aplicación el recogido en la Normativa de evaluación del rendimiento académico de los estudiantes y de revisión de calificaciones.

Los estudiantes que tengan concedida dispensa de asistencia a alguna de las actividades docentes programadas según lo dispuesto en la Instrucción 1/2017 de la Secretaría General, deben tener en cuenta que para aprobar esta materia es obligatoria la asistencia a las actividades prácticas, tanto de laboratorio como de campo, señaladas en el horario de clases y programadas en la Guía docente, así como a la prueba escrita.

## Tiempo de estudio y trabajo personal

La materia consta de 6 créditos ECTS (42 horas presenciales), con una carga total de trabajo autónomo del alumno de 108 horas. La distribución de horas para cada actividad se muestra a continuación.

Trabajo presencial

Clases expositivas teórico-prácticas: 12 horas

Clases interactivas (prácticas, estudio de casos, resolución de problemas, trabajos, tutorías, evaluación): 30 horas TOTAL TRABAJO PRESENCIAL: 42 horas

TRABAJO PERSONAL

Lectura y preparación de temas, estudio de casos: 20 horas

Preparación y elaboración de prácticas y trabajos de curso: 82 horas

Evaluación: 3 h

Tutorías individuales 3 h



TOTAL TRABAJO PERSONAL: 108 horas

NUMERO TOTAL DE HORAS PARA SUPERAR LA MATERIA: 150 HORAS

### ***Recomendaciones para el estudio de la asignatura***

- Asistir participativamente a las clases teóricas y prácticas - Analizar la bibliografía facilitada

### ***Observaciones***

De acuerdo con las instrucciones de Xerencia y de la Secretaría de Dirección de la Escuela Politécnica superior de la USC, se realizan las siguientes observaciones para los diferentes escenarios planteados con relación a la incidencia del COVID-19  
Inicialmente, toda la docencia en la EPSE responde al Escenario 1 donde las medidas adoptadas serán las relativas la protección y seguridad sanitaria de las personas.

En el Escenario 2, se recurrirá a la docencia no presencial para las clases expositivas y la presencial en la docencia interactiva hasta un mínimo del 50 % (excepto las tutorías, que serían totalmente en el presenciales por medios telemáticos). Se valorará incrementar el número de grupos de docencia interactiva con la finalidad de disminuir el número de estudiantes por grupo. En el caso del viaje de prácticas se sustituirá por actividades alternativas que no exijan el transporte en medios comunitarios.

En el Escenario 3, toda la docencia tendrá que ser no presencial por medios telemáticos, incluyendo actividades alternativas al viaje de prácticas.



## Contido

**Código:** P4202203 **Nome:** Aplicacións en enxeñaría e arquitectura **Ano Académico :** 2021/2022

**Créditos ECTS:** 6.00

**Carácter:** Optativo **Convocatoria:** 2º Semestre de Titulacións de Grao/Máster

## Datas de Aprobación

**Data aprobación Enxeñaría Agroforestal:** 04/06/2021

## Profesorado do Contido

Nome	Categoría	Función
Gil Docampo, María de la Luz	TIT-UN	Profesor/a
Iniesto Alba, María José	PQ	Profesor/a

## Objetivos de la asignatura

El objetivo de la asignatura es capacitar al estudiante para el uso de Sistemas Aéreos no Tripulados (UAS) en el ámbito de actuación de las Ingenierías civiles e industriales, la arquitectura.

Al finalizar el curso el alumno o alumna conocerá los principios teóricos y prácticos de la tecnología UAS para la captura, procesado y representación de información espacial, en el ámbito de la edificación, construcción y el patrimonio, la gestión, el control y conservación de obras de edificación e infraestructuras, así como, el seguimiento, monitorización e inspección en el sector energético, minero e industrial.

## Contidos

La memoria del título contempla para esta materia los siguientes contenidos:

Introducción. Aplicación de los PPAS en el ámbito de la ingeniería, la arquitectura y el territorio, incluidos los sectores de la Ingeniería civil, industrial y minera; la industria, la energía y las telecomunicaciones; la arquitectura, la arqueología y el patrimonio cultural; la planificación y gestión del territorio. Levantamientos a partir de fotografías con UAS para la elaboración de planos y cartografía 2D y 3D; fotomosaicos y ortofotografías; y Modelos digitales del terreno (MDT) y de superficie (MDS). Monitorización y seguimiento con UAS en obras de ingeniería, edificación y explotaciones mineras. Mediciones y Cálculo de volúmenes. Auscultación, inspección y mantenimiento de infraestructuras. Inspección visual y de contacto. Líneas de Vista LoS (Line of Sight). Imágenes multispectrales y Termografía. Análisis de puntos calientes, detección de fugas, anomalías y/o patologías. Eficiencia energética. Modelado y reconstrucción 3D y 4D para ingeniería, industria, arquitectura y patrimonio. Modelado, texturizado y renderizado. 4D para escenas dinámicas y animación. Tecnologías inmersivas. Divulgación y redes sociales. Territorio: Tipos de datos territoriales. Métodos de análisis espacial y territorial. Normativa e instrumentos de ordenación territorial.

Los contenidos de la materia serán desarrollados de acuerdo al siguiente temario, que constituye el programa teórico y práctico da asignatura:

Programa teórico: (Tiempo presencia 12 h; Tempo de trabajo individual: 4 horas)

- Tema 1. Introducción. Aplicación de los UAS en el ámbito de la ingeniería, la arquitectura y el territorio, incluidos los sectores de la Ingeniería civil, industrial y minera; la industria, la energía y las telecomunicaciones; la arquitectura, la arqueología y el patrimonio cultural; la planificación y gestión del territorio. (Tiempo presencial: 2 horas).
- Tema 2. Levantamientos a partir de fotografías con UAS para la elaboración de planos y cartografía 2D y 3D; fotomosaicos y ortofotografías; y Modelos digitales del terreno (MDT) y de superficie (MDS). (Tiempo presencial: 2 horas).
- Tema 3. Monitorización y seguimiento con UAS en obras de ingeniería, edificación y explotaciones mineras. Mediciones y Cálculo de volúmenes. (Tiempo presencial: 2 horas).
- Tema 4. Auscultación, inspección y mantenimiento de infraestructuras. Inspección visual y de contacto. Líneas de Vista LoS (Line of Sight). Imágenes multispectrales y Termografía. Análisis de puntos calientes, detección de fugas, anomalías y/o patologías. Eficiencia energética. (Tiempo presencial: 2 horas).
- Tema 5. Modelado y reconstrucción 3D y 4D para ingeniería, industria, arquitectura y patrimonio. Modelado, texturizado y renderizado. 4D para escenas dinámicas y animación. Tecnologías inmersivas. Divulgación y redes sociales. (Tiempo presencial: 2 horas).
- Tema 6. Territorio: Tipos de datos territoriales. Métodos de análisis espacial y territorial. Normativa e instrumentos de ordenación territorial. (Tiempo presencial: 2 horas).

Programa de prácticas: (Tiempo presencia 20 h; Tempo de trabajo individual: 20 horas)

- Práctica 1. Planificación de un proyecto de captura de datos para la generación de productos (cartografía, MDT, volúmenes, ...) para la estimación del avance de construcción de una obra lineal. (Tiempo presencial: 2 horas. Tiempo de trabajo individual: 2 horas)
- Práctica 2. Procesados de imágenes UAS para la generación de nubes de puntos, MDT, cartografía 2D y 3D, ortofotos y cálculo de volúmenes de materiales en una cantera a cielo abierto. (Tiempo presencial: 5 horas. Tiempo de trabajo individual: 5 horas)
- Práctica 3. Procesado de datos de cámaras de alta resolución y termográficas para la inspección de líneas eléctricas y para la detección de patologías y eficiencia energética de edificios. (Tiempo presencial: 5 horas. Tiempo de trabajo individual: 5 horas)
- Práctica 4. Planificación y procesado de datos para el modelado y reconstrucción 3D y 4D de cara a la catalogación y difusión del patrimonio. (Tiempo presencial: 5 horas. Tiempo de trabajo individual: 5 horas).
- Práctica 5. Viaje de prácticas para participación con una empresa del sector en el levantamiento de un caso real. (Tiempo presencial: 3 horas. Tiempo de trabajo individual: 3 horas).

Además, el alumno resolverá en grupo una serie de Casos de Estudio donde tendrá que demostrar los conocimientos adquiridos en las sesiones de trabajo práctico (Tiempo presencial: 2 horas. Tiempo de trabajo individual: 2 horas) y realizará un Trabajo tutelado individual





relacionado con los contenidos de la materia cuyo objetivo será demostrar el dominio de los contenidos teóricos y prácticos adquiridos  
(Tiempo presencial: 8 horas. Tiempo de trabajo individual: 72 horas).

### **Bibliografía básica y complementaria**

#### Bibliografía básica:

- Esteban Herreros, José Luis (coord.) (2015). Los Drones y sus aplicaciones a la ingeniería civil. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Los-Drones-y-sus-aplicaciones-a-la-ingenieria-civil-fenercom-2015.pdf>
- González-Jorge, H.; Martínez-Sánchez, J.; Bueno, M.; Arias, A.P. Unmanned Aerial Systems for Civil Applications: A Review. *Drones* 2017, 1, 2.
- Plan Estratégico para el desarrollo del sector civil de los drones en España 2018-2021. Ministerio de fomento. [https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/PLANES/PLAN\\_DRONES\\_2018\\_2021/](https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/PLANES/PLAN_DRONES_2018_2021/)

#### Bibliografía complementaria

- Ponencias del Congreso CivilDRON (2016, 17 y 18). <https://www.civildron.com/pages/ponencias-congresocivildron.html>
- Civil UAVs Initiative. Xunta de Galicia. <http://www.civiluavsinitiative.com/es/#segunda-seccion> - Sungjae Lee & Yosoon Choi (2016) Reviews of unmanned aerial vehicle (drone) technology trends and its applications in the mining industry, *Geosystem Engineering*, 19:4, 197-204, DOI: 10.1080/12269328.2016.1162115
- Yan Li & Chunlu Liu (2019) Applications of multirotor drone technologies in construction management, *International Journal of Construction Management*, 19:5, 401-412, DOI: 10.1080/15623599.2018.1452101

### **Competencias**

#### COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES

CG4 - Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados y planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.

CG5 - Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB9 - Que los estudiantes sepan 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

#### COMPETENCIAS TRANSVERSALES CT6.

Capacidad de trabajo en equipo.

CT8. Capacidad de análisis y síntesis.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE6. Conocimiento de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados para el uso en el ámbito de la ingeniería, la arquitectura y el territorio.

### **Metodología de la enseñanza**

- Sesión magistral (Competencias: CG4 e CE6). El profesor explicará los contenidos teóricos del programa teórico de la materia.
- Prácticas explicadas a través de TIC (Competencias: CG5, CB7, CG4, CT8 e CE6). El alumno realizará las Prácticas explicadas, aplicando el guion elaborado por el profesor, y entregará los resultados correspondientes en forma de memoria breve.
- Estudio de casos (Competencias: CG5, CB7, CG4, CT6, CT8 e CE6). El alumno deberá analizar y resolver un supuesto real, donde se integrarán las enseñanzas de las clases prácticas y teóricas en un ejercicio práctico en equipo presentado como informe técnico.
- Trabajos tutelados (Competencias: CG4, CT8 e CE6). El alumno deberá realizar un trabajo individual relacionado con los contenidos de la materia cuyo objetivo será demostrar el dominio de los contenidos teóricos y prácticos adquiridos.
- Exposición de trabajos (Competencias: CT8 y CB9). El alumno preparará y realizará una presentación del trabajo individual realizado. El profesor revisará a exposición en clase de cada trabajo.
- Tutorías. El profesor estará disponible para la resolución de dudas en la realización de los trabajos y prácticas.

De acuerdo a las "Bases para el desenvolvimiento dunha docencia presencial segura. Curso 2020-2021" elaboradas por la USC, tras la crisis sanitaria motivada por el COVID-19, conviene aclarar que, lo establecido en esta sección rige para el escenario 1 (normalidad adaptada sin restricciones a la presencia física), donde todas las actividades serán presenciales. Para el escenario 2 (distanciamiento, con restricciones parciales a la presencia física), la docencia expositiva será totalmente virtual y la docencia interactiva estará dividida entre un 50% de presencialidad y otro 50% de manera virtual. Para el escenario 3 (cierre de las instalaciones, e imposibilidad de impartir docencia con presencia física), se emplearán medios telemáticos para el seguimiento de la docencia, tutoría y entrega y/o presentación de trabajos.

### **Sistema de evaluación**

Los conocimientos y competencias serán evaluados por un sistema basado en la evaluación continua y en la realización de un trabajo individual. De tal manera que los aspectos a evaluar y su correspondiente ponderación en la nota final serán los siguientes:

- Seguimiento continuado de la asistencia y participación activa en clase (10%), Competencias: CB2, CG4 e CE6.
- Pruebas periódicas y/o prueba final (20%), Competencias: CG4 e CE6.
- Realización de las prácticas propuestas (40%), Competencias: GS, CB7, CG4, CT6, CT8 e CE6. - Resolución de casos prácticos (10%), Competencias: CG5, CB7, CG4, CT6, CT8 e CE6.
- Elaboración y presentación del trabajo individual (20%), Competencias: CB9, CG4, CT8 e CE6.

Las prácticas tienen carácter obligatorio y no se guardará la nota durante cursos consecutivos.

El sistema descrito de evaluación será el empleado tanto en la oportunidad ordinaria como en la extraordinaria de recuperación.

Los requisitos necesarios para aprobar serán los mismos para los estudiantes de primera matrícula que para los repetidores.





La calificación mínima para superar la materia será de 5 puntos.

Los estudiantes que tengan concedida dispensa de asistencia a alguna de las actividades docentes programadas, según lo dispuesto en la Instrucción 1/2017 de la Secretaría General, deben tener en cuenta que, para aprobar esta materia, es obligatoria la realización de las actividades prácticas señaladas en el horario y programadas en la guía docente.

Respeto al plagio y el uso indebido de las tecnologías es importante destacar que: “Para los casos de realización fraudulenta de ejercicios o pruebas será de aplicación el recogido en la Normativa de evaluación del rendimiento académico de los estudiantes y de revisión de calificaciones”.

De acuerdo a las “Bases para o desenvolvemento dunha docencia presencial segura. Curso 2020-2021” elaboradas por la USC, tras la crisis sanitaria motivada por el COVID-19, conviene aclarar que, el establecido en esta sección rige para el escenario 1 (normalidad adaptada sin restricciones a la presencia física) y para los escenarios 2 (distanciamiento, con restricciones parciales a la presencia física) y 3 (cierre de las instalaciones, e imposibilidad de impartir docencia con presencia física), ya que se realiza, en las dos oportunidades, una evaluación formativa continua.

### **Tiempo de estudio y trabajo personal**

A continuación, se indica el tiempo que cada estudiante debe dedicar a las diferentes actividades de aprendizaje (Horas presenciales; horas de trabajo personal):

- Clases teóricas: 12; 4 h.
- Clases prácticas: 20; 20 h.
- Estudio de casos y presentación de trabajos: 2; 2 h.
- Trabajo Tutelado: 8; 72 h.
- Tutorías: 3; 4 h.
- Actividades de evaluación: 3 h.
- Total: 42; 108 h.

### **Recomendaciones para el estudio de la asignatura**

Conocimientos previos de informática básica como usuario y paquetes de oficina.

Asistencia a las clases expositivas y charlas. Las clases prácticas son obligatorias.

Estudio continuado de la materia

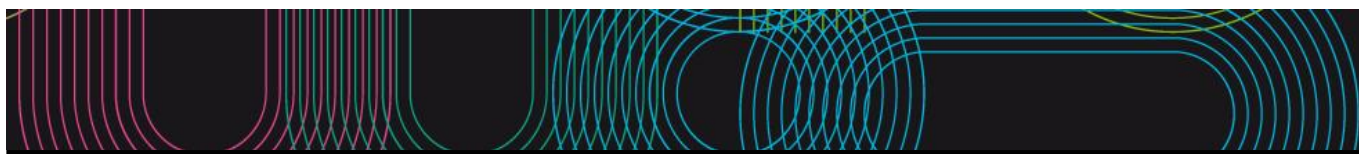
Asistencia a las tutorías individuales o en grupo reducido para discutir, comentar e resolver cualquier duda

### **Observaciones**

En esta materia se contempla la Intervención de GAIN en relación con el polo tecnológico de Rozas, la Civil UAVs Initiative y la incubadora de empresas.

La materia también utiliza la USC virtual: <http://www.usc.es/campusvirtual/>

Como ya se indicó en las secciones “Metodología de enseñanza” y “Sistema de evaluación”, conviene aclarar que, lo establecido en estas secciones rige para el escenario 1 (normalidad adaptada sin restricciones a la presencia física), donde todas las actividades son presenciales. Para el escenario 2, la docencia expositiva será totalmente virtual y la docencia interactiva estará dividida entre un 50% de presencialidad física y otro 50% de manera virtual. Para el escenario 3 (cierre de las instalaciones, e imposibilidad de impartir docencia con presencia física), se emplearán medios telemáticos para el seguimiento de la docencia, tutoría y entrega y/o presentación de trabajos. Para la evaluación se realizará una evaluación formativa continua y pruebas de carácter telemático, en las dos oportunidades, en el caso de los escenarios 2 y 3.



## Escuela de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio

### Presentación

La Escuela de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio de la Universidad de Vigo en el Campus universitario de Ourense oferta las titulaciones de la Universidad de Vigo tanto a nivel grado como a nivel máster que estén relacionadas con la ingeniería aeroespacial o aeronáutica.

Más información relativa al Centro y sus titulaciones se encuentra en este documento o en la página web (<http://aero.uvigo.es>).

### Localización

Escola de Enxeñaría Aeronáutica e do Espazo

Pavillón Manuel Martínez-Risco  
Campus universitario  
32004 Ourense

Tel.: +34 988 368 823  
Web: <http://aero.uvigo.es>

### Normativa y legislación

Se encuentra la información disponible en la página web del Centro (<http://aero.uvigo.es> en el apartado Escuela -> Normativa).

## Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados

### Asignaturas

#### Curso 1

Código	Nombre	Cuatrimestre	Cr.totales
007M189V01101	Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados	1c	6
007M189V01102	Operacións, lexislación e certificación	1c	6
007M189V01103	Aerodinámica, mecánica de voo e propulsión	1c	6
007M189V01104	Sistemas de observación	1c	6
007M189V01201	Métodos de análise de datos	2c	6
007M189V01202	Aplicacións no ámbito agroforestal e ambiental	2c	6
007M189V01203	Aplicacións en enxeñaría e arquitectura	2c	6

O07M189V01204	Sistemas de control	2c	6
O07M189V01205	Sistemas de navegación e comunicación	2c	6
O07M189V01206	Desenvolvemento de software crítico	2c	6
O07M189V01207	Prácticas externas	2c	9
O07M189V01208	Traballo fin de máster	2c	9

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados**

Asignatura	Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados			
Código	O07M189V01101			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	1c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://http://www.galiciadrones.es/wp-content/uploads/2021/06/GuiasDocentes.pdf">http://http://www.galiciadrones.es/wp-content/uploads/2021/06/GuiasDocentes.pdf</a>			
Descripción general	Materia impartida por docentes USC.			

**Competencias**

Código	
--------	--

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
---------------------------	--------------

**Contenidos**

Tema	
------	--

**Planificación**

Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
----------------	----------------------	---------------

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

**Metodologías**

Descripción
-------------

**Atención personalizada****Evaluación**

Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
-------------	--------------	------------------------

**Otros comentarios sobre la Evaluación****Fuentes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendaciones****Plan de Contingencias**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Operaciones, legislación y certificación**

Asignatura	Operaciones, legislación y certificación			
Código	O07M189V01102			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	1c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://http://www.galiciadrones.es/wp-content/uploads/2021/06/GuiasDocentes.pdf">http://http://www.galiciadrones.es/wp-content/uploads/2021/06/GuiasDocentes.pdf</a>			
Descripción general	Materia impartida por profesorado de USC.			

**Competencias**

Código	
--------	--

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
---------------------------	--------------

**Contenidos**

Tema	
------	--

**Planificación**

Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
----------------	----------------------	---------------

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

**Metodologías**

Descripción
-------------

**Atención personalizada****Evaluación**

Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
-------------	--------------	------------------------

**Otros comentarios sobre la Evaluación****Fuentes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendaciones****Plan de Contingencias**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aerodinámica, mecánica de vuelo y propulsión**

Asignatura	Aerodinámica, mecánica de vuelo y propulsión			
Código	O07M189V01103			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	1c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos			
Coordinador/a	Orgeira Crespo, Pedro			
Profesorado	Orgeira Crespo, Pedro			
Correo-e	porgeira@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Esta materia pretende introducir los fundamentos básicos que subyacen al vuelo de cualquier UAV: Aerodinámica, Mecánica de Vuelo, y Propulsión. Se describen sus principios de funcionamiento y se revisan los conceptos generales.			
	Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

**Competencias**

Código	
CB1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CG1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
CE1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordaje y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Entender el funcionamiento de un perfil de vuelo, el performance básico de las aeronaves y superficies de control	CB1 CB2 CB3 CG1 CG5 CT8 CT9
Aprender cuales son los principales sistemas de energía y propulsión	CB1 CB2 CB3 CG5 CE1 CT8 CT9

**Contenidos**

Tema	
Introducción	Aproximación histórica a los sistemas aéreos no tripulados. Clasificación de las aeronaves y sus sistemas de propulsión.
Aeronaves no tripuladas.	Principios de vuelo. Performance de aeronaves. Descripción general de aeronaves de ala fija. Controles de vuelo. Estructura. Principales instrumentos y sistemas embarcados. Descripción general de helicópteros. Controles de vuelo. Principales instrumentos y sistemas embarcados. Multicópteros.
Principales conceptos de mecánica de fluidos.	Compresibilidad. Viscosidad. Capa límite y turbulencia. Número de Reynolds. Número de Mach. Ecuación de Bernoulli. Atmósfera estándar internacional.
Principios básicos de aerodinámica	Perfiles aerodinámicos en régimen incompresible. Placa plana, cilindro. Alas en régimen incompresible Condición de Kutta. Ala larga de Prandtl.
Introducción a la propulsión de aeronaves.	Hélices: teoría de Froude; teoría del elemento de pala. Adaptación de hélices. Aero reactores. Empuje, impulso específico y control de empuje en propulsión eléctrica.
Mecánica de vuelo.	Ecuaciones básicas del movimiento. Vuelo de crucero, ascenso, descenso y planeo. Virajes. Efecto viento. Actuadores. Estabilidad y control.

**Planificación**

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	21	40	61
Resolución de problemas	21	45	66
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	0	3
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	20	20

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

**Metodologías**

	Descripción
Lección magistral	Se presentarán los contenidos utilizando medios audiovisuales. Los contenidos se subirán a la plataforma de teledocencia.
Resolución de problemas	Se presentarán los contenidos utilizando medios audiovisuales. Los contenidos se subirán a la plataforma de teledocencia.

**Atención personalizada**

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.
Resolución de problemas	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.

**Evaluación**

Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
-------------	--------------	------------------------



Resolución de problemas	Los alumnos para aprobar deben entregar todos los informes de prácticas y problemas requeridos durante el curso. Todos deben alcanzar de forma individual una nota mínima de un 5 sobre 10.  En la evaluación ordinaria, se requiere una evaluación de 5 sobre 10 para considerar el examen aprobado.  En la evaluación extraordinaria, los alumnos deben entregar todos aquellos informes de prácticas y problemas que no alcanzasen de forma individual una nota mínima de un 5. Igualmente, se requiere una evaluación de 5 sobre 10 para considerar el examen aprobado.	80	CB1 CB2 CB3	CG1 CG5	CE1	CT8 CT9
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas		20	CB1 CB2 CB3	CG1 CG5	CE1	CT8 CT9

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Los alumnos para aprobar deben entregar todos los informes de prácticas y problemas requeridos durante el curso. Todos deben alcanzar de forma individual una nota mínima de un 5 sobre 10.

En la evaluación ordinaria, se requiere una evaluación de 5 sobre 10 para considerar el examen aprobado.

En la evaluación extraordinaria, los alumnos deben entregar todos aquellos informes de prácticas y problemas que no alcanzasen de forma individual una nota mínima de un 5. Igualmente, se requiere una evaluación de 5 sobre 10 para considerar el examen aprobado.

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

Jeffrey D. Barton, **Fundamentals of small unmanned aircraft flight**,

Aviation Civil Aviation Organization, **Unmanned aircraft systems**,

Mouhamed Abdulla, Jaroslav V. Svoboda, Luis Rodrigues, **Avionics made simple**,

Bon Dewitt, **Unmanned aerial systems for mapping**,

Sergio Esteban Ronceso, **Fundamentos de Ingeniería Aeroespacial**,

John Anderson, **Fundamentos de aerodinámica**, 6, McGraw Hill, 2017

Miguel Ángel Gómez Tierno, **Mecánica de vuelo**, 2, Garceta, 2012

Antonio Esteban Oñate, **Conocimientos del avión**, 1, Paraninfo, 2007

### Recomendaciones

#### Asignaturas que continúan el temario

Sistemas de comunicación y navegación por radio/O07M174V01103

#### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

### Plan de Contingencias

#### Descripción

En el caso de alerta sanitaria por COVID19, toda la docencia, tutorías y evaluación será 100 % virtual.

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Sistemas de observación**

Asignatura	Sistemas de observación			
Código	O07M189V01104			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	1c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio Salgueiro Piñeiro, Jose Ramon			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://http://www.galiciadrones.es/">http://http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general				

**Competencias**

Código	
CB1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB5	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.
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados y planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
CE2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes necesarios en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.
CE4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega.
CT6	Capacidad de trabajo en equipo.
CT7	Capacidad de organización y planificación.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer los diferentes sensores pasivos y activos existentes en aplicaciones aéreas.	CB1 CB2 CB3 CB5 CG4 CG5 CE2 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

Entender los procedimientos de calibración de sensores.

CB1  
CB2  
CB3  
CB5  
CG4  
CG5  
CE2  
CE4  
CT2  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

Algoritmos básicos de procesamiento de imagen y procesamiento de datos LiDAR

CB1  
CB2  
CB3  
CB5  
CG4  
CG5  
CE2  
CE4  
CT2  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

## Contenidos

### Tema

1. Introducción a los sistemas de observación.	Motivación. Aplicaciones. Componentes básicos de un sistema de observación. Regiones espectrales de interés. Integración de sensores en drones.
2. Medida de la radiación.	Radiación electromagnética y su propagación. Rayos de luz y frentes de onda. Flujo de potencia luminosa. Magnitudes y unidades radiométricas. Fuentes de radiación: emisión y reflexión. Ley de Kirchoff. Fuentes y reflectores lambertianos. Transmisión atmosférica.
3. Fuentes de radiación.	Fuentes naturales y artificiales de radiación. Fuentes incoherentes y coherentes. Sistemas láser.
4. Detectores de radiación.	Detectores de fotones. Fotodiodos, fototransistores, CCD y CMOS. Fotomultiplicadores. Detectores coherentes. Detectores térmicos. Fuentes de ruido. Procesado de señal. Calibración de sensores.
5. Sistemas ópticos.	Sistema centrado. Puntos conjugados. Sistema perfecto. Condiciones de Abbe y Herschel. Óptica paraxial. Elementos cardinales. Acoplamiento de sistemas ópticos. Lentes. Espejos. Aberraciones. Diafragmas de apertura y de campo. Resolución de los sistemas ópticos.
6. Sensores de imagen.	Sistemas ópticos para cámaras. Campo transversal y angular. Diseño básico de objetivos: teleobjetivo y gran angular. Irradiancia en el plano imagen. Campos de visión horizontal y vertical. Campo de visión instantáneo. Sistemas de imagen para drones. Relación señal/ruido. Potencia, radiancia e irradiancia de ruido equivalente. Reflectancia diferencial de ruido equivalente. Resolución espacial: PSF y MTF.
7. Imagen termográfica.	Emitancia y transmisión atmosférica. Contraste térmico. Temperatura diferencial de ruido equivalente. Resolución térmica. Sistemas termográficos para drones. Aplicaciones.
8. Imagen espectral.	Sistemas multiespectrales e hiperespectrales. Imagen espectral. Imagen en el plano focal. Sistemas espectrales para drones. Filtros de banda. Separación por prisma. Interferómetros. Espectrómetros por transformada de Fourier. Espectrómetros por red de difracción.
9. Sistemas RADAR.	Fundamentos RADAR. radar de apertura sintética (SAR). RADAR como sistema de observación. Medición de deformaciones con RADAR.
10. Sistemas LiDAR	Fundamentos. Sistemas LiDAR de tiempo de vuelo. Sistemas LiDAR de diferencia de fase. Sistemas LiDAR de estado sólido. Calibración de sistemas LiDAR. Procedimientos de medida. Nubes de puntos.
11. Integración de sistemas de observación y navegación.	Fundamentos de sistemas de navegación. Sistemas GNSS y sistemas INS. Integración con sistemas ópticos pasivos. Integración con sistemas ópticos activos.

12. Análisis de datos y procesamiento de imagen. Metadatos. Imagen digital. Definición de imagen. Reconocimiento de objetos y seguimiento. Procesamiento de imagen. Fotogrametría. Procesamiento de nubes de puntos.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	21	21	42
Prácticas con apoyo de las TIC	21	87	108

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

Descripción
Lección magistral
Prácticas con apoyo de las TIC

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Correo electrónico. Videoconferencia.
Prácticas con apoyo de las TIC	Correo electrónico. Videoconferencia.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas				
Lección magistral	Los contenidos teóricos de la materia se evaluarán a través de dos exámenes parciales tipo test.	50	CB1 CB2 CB3 CB5	CG4 CG5	CE2 CE4	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9	
Prácticas con apoyo de las TIC	Las prácticas se evaluarán en base a los ejercicios resueltos que tendrá que entregar el alumnado al profesorado.	50	CB1 CB2 CB3 CB5	CG4 CG5	CE2 CE4	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9	

### Otros comentarios sobre la Evaluación

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

- Grant, Barbara G., **Getting Started with UAV Imaging Systems**, SPIE, 2016
- Holst, Gerald C., **Common Sense Approach to Thermal Imaging**, SPIE, 2000
- Wolfe, William L., **Introduction to Imaging Spectrometers**, SPIE, 1997
- Martínez-Corral, M., **Instrumentos ópticos y optométricos: teoría y prácticas**, Universidad de Valencia, 1998
- Mejías Arias, P., Martínez Herrero, Rosario, **Óptica geométrica**, Síntesis, 1990
- Hecht E., **Óptica**, Addison Wesley, 2000
- Grant, Barbara G., **Field Guide to Radiometry**, SPIE, 2011
- Palmer, James M. and Grant, Barbara G., **The Art of Radiometry**, SPIE, 2009
- Slater, P. N., **Remote Sensing: Optics and optical systems**, Addison-Wesley, 1980
- Willers, Cornelius J., **Electro-Optical System Analysis and Design: A Radiometry Perspective**, SPIE, 2013
- Dereniak, Eustace L., **Optical radiation detectors**, John Wiley & Sons, 1984
- Burbano de Ercilla, S., **Física General**, Mira, 1990
- Born M., Wolf E., **Principles of optics: electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light**, Cambridge University Press, 1999
- Muñoz-Rodríguez J. A., **Laser scanner technology**, InTech, 2012
- Chen Z., **The application of airborne LiDAR data in the modelling of 3D urban landscape ecology**, Cambridge Scholars Publishing, 2017
- Clough D., **Earth observation systems for resource management and environmental control**, Springer, 2013
- Fitch J. P., **Synthetic aperture RADAR**, Springer, 1988
- Maitre H., **Processing of synthetic aperture RADAR images**, Wiley, 2008
- Richards J. A., **Remote sensing with imaging RADAR**, Springer, 2009
- Holvecz F., Pasquali P., **Land applications of RADAR remote sensing**, InTech, 2014

---

**Recomendaciones**

---

---

**Plan de Contingencias**

---

**Descripción**

En caso de reactivación de la pandemia por COVID19, tanto la docencia como la evaluación se pasará a la modalidad a distancia, empleando los recursos disponibles en la Universidad de Vigo

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Métodos de análisis de datos**

Asignatura	Métodos de análisis de datos			
Código	O07M189V01201			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://http://www.galiciadrones.es/wp-content/uploads/2021/06/GuiasDocentes.pdf">http://http://www.galiciadrones.es/wp-content/uploads/2021/06/GuiasDocentes.pdf</a>			
Descripción general	Materia impartida por docentes USC			

**Competencias**

Código

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje Competencias

**Contenidos**

Tema

**Planificación**

Horas en clase Horas fuera de clase Horas totales

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

**Metodologías**

Descripción

**Atención personalizada****Evaluación**

Descripción Calificación Competencias Evaluadas

**Otros comentarios sobre la Evaluación****Fuentes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendaciones****Plan de Contingencias**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aplicaciones en el ámbito agroforestal y ambiental**

Asignatura	Aplicaciones en el ámbito agroforestal y ambiental			
Código	O07M189V01202			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://http://www.galiciadrones.es/wp-content/uploads/2021/06/GuiasDocentes.pdf">http://http://www.galiciadrones.es/wp-content/uploads/2021/06/GuiasDocentes.pdf</a>			
Descripción general	Materia impartida por profesorado USC.			

**Competencias**

Código

**Resultados de aprendizaje**Resultados de aprendizaje Competencias**Contenidos**

Tema

**Planificación**

Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
----------------	----------------------	---------------

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

**Metodologías**

Descripción

**Atención personalizada****Evaluación**

Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
-------------	--------------	------------------------

**Otros comentarios sobre la Evaluación****Fuentes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendaciones****Plan de Contingencias**



**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aplicaciones en ingeniería y arquitectura**

Asignatura	Aplicaciones en ingeniería y arquitectura			
Código	O07M189V01203			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://http://www.galiciadrones.es/wp-content/uploads/2021/06/GuiasDocentes.pdf">http://http://www.galiciadrones.es/wp-content/uploads/2021/06/GuiasDocentes.pdf</a>			
Descripción general	Materia impartida por profesorado USC.			

**Competencias**

Código

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje Competencias

**Contenidos**

Tema

**Planificación**

Horas en clase Horas fuera de clase Horas totales

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

**Metodologías**

Descripción

**Atención personalizada****Evaluación**

Descripción Calificación Competencias Evaluadas

**Otros comentarios sobre la Evaluación****Fuentes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendaciones****Plan de Contingencias**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Sistemas de control**

Asignatura	Sistemas de control			
Código	O07M189V01204			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano Gallego			
Departamento	Ingeniería de sistemas y automática			
Coordinador/a	García Rivera, Matías			
Profesorado	García Rivera, Matías			
Correo-e	mgrivera@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal">http://moovi.uvigo.gal</a>			
Descripción general	Adquirir conocimientos sobre vehículos aéreos no tripulados: geometría, mecánica, hardware, control y navegación.			
	Materia del programa English Friendly: Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

**Competencias**

Código	
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB4	Que los estudiantes sepan 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.
CB5	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.
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma.
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados y planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
CE1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordaje y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad.
CE3	Capacidad de interaccionar con otros equipos técnicos en el ámbito de la ingeniería para la planificación de operaciones con sistemas aéreos no tripulados.
CE4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.
CT6	Capacidad de trabajo en equipo.
CT7	Capacidad de organización y planificación.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
---------------------------	--------------

RA01: Adquirir conocimientos sobre robots aéreos no tripulados, sus componentes clave, estimación de estados, mecánica básica, consideraciones de diseño, agilidad y maniobrabilidad.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9
RA02: Conocer las consideraciones geométricas y mecánicas de los robots aéreos no tripulados, transformaciones, rotaciones, ángulos de Euler, aplicabilidad de los cuaterniones, velocidad angular, ecuaciones de movimiento de un multi-rotor, linearización.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9
RA03: Comprender las bases del sistema de control y navegación, controles PID, control en 1D, 2D y 3D de multirrotores, generación de trayectorias, ecuaciones de Euler-Lagrange y Splines.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9
RA04: Entender el funcionamiento de los sistemas múltiples de control.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9
RA05: Conocer los dispositivos sense&avoid.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9

RA06: Entender los fundamentos de sistemas embebidos en tiempo real.

CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CE4  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

RA07: Conocer los diferentes controladores open hardware existentes y su funcionamiento.

CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CE4  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

## Contenidos

### Tema

Introducción a los robots aéreos no tripulados.	Multi-rotores.
Componentes clave del vuelo autónomo.	Estimación de estados. Mecánica básica. Consideraciones de diseño. Agilidad y maniobrabilidad. Selección de componentes.
Geometría y mecánica.	Transformaciones. Rotaciones. Ángulos de Euler. Cuaterniones. Velocidad angular. Ecuaciones de Newton-Euler. Ejes principales y momentos principales de inercia. Ecuaciones de movimiento de un multi-rotor. Linearización.
Control y navegación.	Control PID. Control 1D, 2D y 3D de multirrotores. Trayectorias. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Splines.
Control de sistemas múltiples.	
Dispositivos sense & avoid.	
Fundamentos de sistemas embebidos en tiempo real.	
Controladores open hardware.	

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas con apoyo de las TIC (Repetida, non usar)	10	15	25
Resolución de problemas	10	15	25
Seminario	2	0	2
Trabajo tutelado	8	72	80
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	6	8

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia.
Prácticas con apoyo de las TIC (Repetida, no usar)	Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia. Se desarrollan a través de las TIC de manera autónoma.
Resolución de problemas	Actividad en la que se formulan problemas relacionados con la materia. El alumnado debe desarrollar las soluciones. El objetivo es que el alumnado aplique los contenidos teóricos en la resolución de pequeños problemas de programación.
Seminario	Actividad de orientación a los alumnos.
Trabajo tutelado	El/La estudiante, de manera individual o en grupo, elabora un documento sobre la temática de la materia o prepara seminarios, investigaciones, memorias, ensayos, resúmenes de lecturas, conferencias, etc.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Trabajo tutelado	Tutorías en el despacho del profesor o profesora. Es recomendable acudir a estas tutorías cuando aparezcan dificultades en el desarrollo del trabajo tutelado, o cuando el tiempo dedicado a las actividades no presenciales supere notablemente el tiempo fijado en la planificación.
Prácticas con apoyo de las TIC (Repetida, no usar)	Tutorías en el despacho del profesor o profesora. Es recomendable acudir a estas tutorías cuando aparezcan dificultades en el desarrollo de las prácticas autónomas a través de TIC, o cuando el tiempo dedicado a las actividades no presenciales supere notablemente el tiempo fijado en la planificación.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas			
Prácticas con apoyo de las TIC (Repetida, no usar)	2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, la ponderación de cada entrega será del 15%.	30	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT6 CT7 CT8 CT9
Trabajo tutelado	1 entrega de trabajo tutelado, la ponderación de esta entrega será del 20%.	20	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT6 CT7 CT8 CT9
Resolución de problemas y/o ejercicios	2 pruebas sobre los contenidos y competencias impartidos en las lecciones magistrales y las prácticas autónomas a través de TIC. Estas pruebas serán de respuesta corta, la ponderación de cada prueba será de 25%, distribuidas durante del período de actividad presencial.	50	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT6 CT7 CT8 CT9

### Otros comentarios sobre la Evaluación

#### CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA ASISTENTES EN 1ª EDICIÓN DE ACTAS: EVALUACIÓN CONTINUA.

Para los alumnos asistentes en la 1ª edición de actas (evaluación continua) se realizarán las siguientes pruebas y entregas:

- 1 entrega de trabajo tutelado, la ponderación de esta entrega será del 20%;
- 2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, la ponderación de cada entrega será del 15%;
- 2 pruebas sobre los contenidos y competencias impartidos en las lecciones magistrales y las prácticas autónomas a través de TIC. Estas pruebas serán de respuesta corta, la ponderación de cada prueba será de 25%, distribuidas durante del período de actividad presencial.

Para superar la asignatura es obligatorio que el alumno realice todas las entregas y todas las pruebas, y que en cada entrega y prueba obtenga una nota igual o superior a 4.0.

En el caso de no realizar alguna entrega o prueba, u obtener en alguna entrega o prueba una nota inferior a 4.0, si la puntuación global fuera superior a 5, la calificación final en actas será 4.9, suspenso.

#### CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA NO ASISTENTES EN 1ª EDICIÓN DE ACTAS

Para los alumnos no asistentes en la 1ª edición de actas se realizarán las siguientes pruebas y entregas:

- 1 entrega de trabajo tutelado, la ponderación de esta entrega será del 20%;
- 2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, la ponderación de cada entrega será del 15%;
- 1 prueba sobre los contenidos y competencias impartidos en las lecciones magistrales y las prácticas autónomas a través de TIC. Esta prueba será de respuesta corta y su ponderación del 50%.

Para superar la asignatura es obligatorio que el alumno realice todas las entregas y todas las pruebas, y que en cada entrega y prueba obtenga una nota igual o superior a 4.0.

En el caso de no realizar alguna entrega o prueba, u obtener en alguna entrega o prueba una nota inferior a 4.0, si la puntuación global fuera superior a 5, la calificación final en actas será 4.9, suspenso.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LA 2ª EDICIÓN DE ACTAS Y FIN DE CARREIRA

Se empleará el mismo sistema de evaluación aplicado para los no asistentes en 1ª edición de actas.

## JUSTIFICACIÓN DE AUSENCIA

Para poder justificar la ausencia a una prueba es necesario un Justificante de Ausencia o un Parte de Consulta y Hospitalización (también llamado P10) emitido por el médico del SERGAS, o un certificado emitido por un colegiado médico. No será válido un justificante de la cita del médico.

---

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Randal Beard, Timothy McLain, **Small Unmanned Aircraft: Theory and Practice**, Princeton University Press, 2012

#### Bibliografía Complementaria

Michael Cook, **A Linear Systems Approach to Aircraft Stability and Control**, Butterworth-Heinemann, 2007

Katsuhiko Ogata, **Ingeniería de control moderna**, PRENTICE HALL, 2010

Hassan Gomaa, **Real-time software design for embedded systems**, Cambridge University Press, 2016

Plamen Angelov, **Sense and Avoid in UAS Research and Applications**, John Wiley & Sons, Ltd, 2012

<https://px4.io/>,

---

### Recomendaciones

---

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

Sensores embarcados/O07M174V01104

---

### Plan de Contingencias

#### Descripción

=== MEDIDAS EXCEPCIONALES PLANIFICADAS ===

Ante la incierta e imprevisible evolución de la alerta sanitaria provocada por el COVID-19, la Universidad de Vigo establece una planificación extraordinaria que se activará en el momento en que las administraciones y la propia institución lo determinen atendiendo a criterios de seguridad, salud y responsabilidad, y garantizando la docencia en un escenario no presencial o parcialmente presencial. Estas medidas ya planificadas garantizan, en el momento que sea preceptivo, el desarrollo de la docencia de un modo más ágil y eficaz al ser conocido de antemano (o con una amplia antelación) por el alumnado y el profesorado a través de la herramienta normalizada e institucionalizada de las guías docentes.

En el caso de alerta sanitaria por COVID19, toda la docencia, tutorías y evaluación serán 100 % virtual.

=== ADAPTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS ===

\* Metodologías docentes que se mantienen

Todas

\* Metodologías docentes que se modifican  
Ninguna

\* Mecanismo no presencial de atención al alumnado (tutorías)  
campusremotouvigo.gal y moovi.uvigo.gal

\* Modificaciones (si proceden) de los contenidos a impartir  
Ninguna

\* Bibliografía adicional para facilitar el auto-aprendizaje  
Ninguna

\* Otras modificaciones

Para las prácticas de laboratorio, se sustituirán las prácticas que requieran de equipamiento específico por otro simulado o virtualizado. Eventualmente se propondrán prácticas alternativas que no requieran de dicho equipamiento. Estas prácticas podrán tener un formato autónomo en previsión de problemas de conciliación e/o conectividad.

=== ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN ===

\* Pruebas ya realizadas

Todas las pruebas realizadas mantienen su peso

\* Pruebas pendientes que se mantienen

Todas las pruebas pendientes mantienen su peso

\* Pruebas que se modifican

No se modifica ninguna prueba.

\* Nuevas pruebas

Ninguna

\* Información adicional

Debido a la situación excepcional, ante la imposibilidad de poder hacer las pruebas de un modo presencial, se utilizarán medios virtuales para la realización de las pruebas.

Se utilizarán los medios proporcionados por la Universidad, actualmente campusremotouvigo.gal y moovi.uvigo.gal.

También se podrán complementar con otros medios.

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Sistemas de navegación y comunicación**

Asignatura	Sistemas de navegación y comunicación			
Código	O07M189V01205			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	Arias Acuña, Alberto Marcos González Jorge, Higinio González Valdés, Borja Pino García, Antonio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://http://www.galiciadrones.es/">http://http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general				

**Competencias**

Código	
CB1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB4	Que los estudiantes sepan 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.
CB5	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.
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma.
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados y planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
CE1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordaje y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad.
CE3	Capacidad de interaccionar con otros equipos técnicos en el ámbito de la ingeniería para la planificación de operaciones con sistemas aéreos no tripulados.
CT6	Capacidad de trabajo en equipo.
CT7	Capacidad de organización y planificación.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
---------------------------	--------------



Conocer los sistemas clásicos de comunicaciones y navegación.

CB1  
CB2  
CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

---

Comprender el funcionamiento de antenas y el balance del enlace radio.

CB1  
CB2  
CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

---

Entender el funcionamiento de un sistema de posicionamiento basado en ayudas en tierra.

CB1  
CB2  
CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

---

Entender el funcionamiento de un sistema de posicionamiento satelital.

CB1  
CB2  
CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

---

Aprender las características de los sistemas de vigilancia automáticos basados en ADS-B.

CB1  
CB2  
CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

Comprender los sistemas de modulación digital.

CB1  
CB2  
CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

### Contenidos

Tema

1. Geodesia y navegación aérea
2. Concepto de frecuencia, onda y antena. Propagación de ondas.
3. Sistema de navegación basado en ayudas en tierra.
4. Sistemas de navegación basados en satélite. Sistemas ADS-B.
5. Sistemas inerciales.
6. Filtro complementario.
7. Filtro de Kalman.
8. Fórmula de Friis. Ruido, relación señal a ruido, BER y capacidad de canal.
9. Modulaciones analógicas y digitales. Modulaciones adaptativas.
10. Técnicas MIMO.
11. Posicionamiento satelital avanzado. RTK.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	21	21	42
Prácticas con apoyo de las TIC	21	87	108

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

Descripción

Lección magistral  
Prácticas con apoyo de las TIC

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Atención por mail y videoconferencia.

<b>Evaluación</b>						
	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas			
Lección magistral	Dos exámenes tipo test.	50	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3	CT6 CT7 CT8 CT9
Prácticas con apoyo de las TIC	Entregables de prácticas.	50	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3	CT6 CT7 CT8 CT9

### Otros comentarios sobre la Evaluación

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

Mike Tooley, David Wyatt, **Aircraft communications and navigation systems**, Elsevier, 2007

Eduardo Huerta, Aldo Mangiaterra, Gustavo Noguera, **GPS. Posicionamiento satelital**, UNR Editora, 2005

Myron Kayton, Walter R. Fried, **Avionics navigation systems**, Wiley, 1997

Robert Arán Escuer, J. R. Aragonese Manso, **Sistemas de navegación aérea**, Paraningo, 1983

### Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Aerodinámica, mecánica de vuelo y propulsión/O07M189V01103

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M189V01101

Operaciones, legislación y certificación/O07M189V01102

Sistemas de observación/O07M189V01104

### Plan de Contingencias

#### Descripción

En caso de reactivación de la pandemia covid19 la docencia y evaluación se pasará a online.

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Desarrollo de software crítico**

Asignatura	Desarrollo de software crítico			
Código	O07M189V01206			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio González de Santos, Luis Miguel			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://http://www.galiciadrones.es/">http://http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general				

**Competencias**

Código	
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB4	Que los estudiantes sepan 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.
CB5	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.
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma.
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados y planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
CE1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordaje y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad.
CE3	Capacidad de interaccionar con otros equipos técnicos en el ámbito de la ingeniería para la planificación de operaciones con sistemas aéreos no tripulados.
CE4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega.
CT6	Capacidad de trabajo en equipo.
CT7	Capacidad de organización y planificación.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer, comprender, analizar, valorar y sintetizar el desarrollo del software en proyectos aeroespaciales.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

Conocer y analizar la importancia del software en misiones con sistemas no tripulados.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer los principales estándares para el desarrollo de software.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer, comprender, analizar, valorar y sintetizar el rol del software en el proceso de ingeniería de sistemas.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer las componentes principales para el funcionamiento de un sistema basado en software.	CB3 CB4 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

## Contenidos

Tema

1. Ordenador de a bordo.
2. Sistemas operativos en tiempo real.
3. Sistemas concurrentes.
4. Ingeniería de software para sistemas aéreos no tripulados.
5. Requerimientos de software para sistemas aéreos no tripulados.
6. Utilización de paquetes para telemetría y telecomandos.
7. Verificación y validación. Estándares.

8. Herramientas de simulación.

9. Proyecto de diseño e implementación de una controladora de vuelo.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	14	14	28
Prácticas con apoyo de las TIC	28	94	122

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

Descripción
Lección magistral
Prácticas con apoyo de las TIC

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Tutorías por correo electrónico y videoconferencia.
Prácticas con apoyo de las TIC	Tutorías por correo electrónico y videoconferencia.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas			
Lección magistral	Exámenes tipo test.	50	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Prácticas con apoyo de las TIC	Entregas de ejercicios.	50	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

### Otros comentarios sobre la Evaluación

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

Castillo, Pedro, **Modelling and control of mini-flying machines**, Springer, 2005

Fahlstraom, Paul Gerin, **Introduction to UAV systems**, John Wiley & Sons, 2012

### Recomendaciones

### Plan de Contingencias

#### Descripción

En caso de pandemia COVID19, la docencia y evaluación se realizará online.

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Prácticas externas**

Asignatura	Prácticas externas			
Código	O07M189V01207			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	9	OB	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://http://www.galiciadrones.es/">http://http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general				

**Competencias**

Código	
CB1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB4	Que los estudiantes sepan 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.
CB5	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.
CG1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados.
CG2	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en operación de los sistemas aéreos no tripulados.
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma.
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados y planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
CE1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordaje y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad.
CE2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes necesarios en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.
CE3	Capacidad de interaccionar con otros equipos técnicos en el ámbito de la ingeniería para la planificación de operaciones con sistemas aéreos no tripulados.
CE4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.
CE5	Capacidad de aplicar datos de sistemas aéreos no tripulados para la obtención de información clave para la gestión de recursos naturales y agroforestales.
CE6	Conocimiento de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados para su uso en el ámbito de la ingeniería, la arquitectura y el territorio.
CT1	Capacidad para comprender el significado y aplicación de la perspectiva de género en los distintos ámbitos de conocimiento y en la práctica profesional con el objetivo de alcanzar una sociedad más justa e igualitaria.
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega.
CT3	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos.
CT4	Desarrollo del espíritu innovador y emprendedor.
CT5	Habilidades de relaciones interpersonales.
CT6	Capacidad de trabajo en equipo.
CT7	Capacidad de organización y planificación.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Haber desarrollado un periodo de prácticas en empresa en un entorno profesional relacionado con la temática de la titulación.	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5 CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CE6 CT1 CT2 CT3 CT4 CT5 CT6 CT7 CT8 CT9 CT10

**Contenidos**

Tema
Prácticas en un entorno profesional relacionado con la temática del master.

**Planificación**

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticum, Practicas externas y clínicas	0	225	225

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

**Metodologías**

Descripción
Prácticum, Practicas externas y clínicas

**Atención personalizada**

Metodologías	Descripción
Prácticum, Practicas externas y clínicas	Tutorías por vía telemática

**Evaluación**

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Prácticum, Practicas externas y clínicas	Informe de prácticas	100	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5 CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CE6 CT1 CT2 CT3 CT4 CT5 CT6 CT7 CT8 CT9 CT10



---

**Otros comentarios sobre la Evaluación**

---

---

**Fuentes de información**

---

**Bibliografía Básica**

---

**Bibliografía Complementaria**

---

---

**Recomendaciones**

---

**Asignaturas que continúan el temario**

---

Trabajo fin de máster/O07M189V01208

---

---

**Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

---

Aerodinámica, mecánica de vuelo y propulsión/O07M189V01103

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M189V01101

Métodos de análisis de datos/O07M189V01201

Sistemas de observación/O07M189V01104

---

---

**Plan de Contingencias**

---

**Descripción**

---

En caso de alerta sanitaria provocado por la COVID19 se establecerán prácticas online.

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Trabajo fin de máster**

Asignatura	Trabajo fin de máster			
Código	O07M189V01208			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	9	OB	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://http://www.galiciadrones.es/">http://http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general				

**Competencias**

Código	
CB1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB4	Que los estudiantes sepan 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.
CB5	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.
CG1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados.
CG2	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en operación de los sistemas aéreos no tripulados.
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma.
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados y planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
CE1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordaje y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad.
CE2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes necesarios en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.
CE3	Capacidad de interaccionar con otros equipos técnicos en el ámbito de la ingeniería para la planificación de operaciones con sistemas aéreos no tripulados.
CE4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.
CE5	Capacidad de aplicar datos de sistemas aéreos no tripulados para la obtención de información clave para la gestión de recursos naturales y agroforestales.
CE6	Conocimiento de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados para su uso en el ámbito de la ingeniería, la arquitectura y el territorio.
CT1	Capacidad para comprender el significado y aplicación de la perspectiva de género en los distintos ámbitos de conocimiento y en la práctica profesional con el objetivo de alcanzar una sociedad más justa e igualitaria.
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega.
CT3	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos.
CT4	Desarrollo del espíritu innovador y emprendedor.
CT5	Habilidades de relaciones interpersonales.
CT6	Capacidad de trabajo en equipo.
CT7	Capacidad de organización y planificación.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje

Ser capaz de desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados

Competencias

 CB1  
 CB2  
 CB3  
 CB4  
 CB5  
 CG1  
 CG2  
 CG3  
 CG4  
 CG5  
 CE1  
 CE2  
 CE3  
 CE4  
 CE5  
 CE6  
 CT1  
 CT2  
 CT3  
 CT4  
 CT5  
 CT6  
 CT7  
 CT8  
 CT9  
 CT10
**Contenidos**

Tema

Proyecto en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados

**Planificación**

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Trabajo tutelado	0	225	225

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

**Metodologías**

Descripción

Trabajo tutelado

**Atención personalizada****Metodologías****Descripción**

Trabajo tutelado

Tutorización telemática

**Evaluación**

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas			
Trabajo tutelado	Defensa de TFM	100	CB1	CG1	CE1	CT1
			CB2	CG2	CE2	CT2
			CB3	CG3	CE3	CT3
			CB4	CG4	CE4	CT4
			CB5	CG5	CE5	CT5
					CE6	CT6
						CT7
						CT8
						CT9
						CT10

**Otros comentarios sobre la Evaluación**

---

**Fuentes de información**

---

**Bibliografía Básica**

---

**Bibliografía Complementaria**

---

---

**Recomendaciones**

---

**Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

---

Aerodinámica, mecánica de vuelo y propulsión/O07M189V01103

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M189V01101

Métodos de análisis de datos/O07M189V01201

Sistemas de observación/O07M189V01104

---

---

**Plan de Contingencias**

---

**Descripción**

---

En caso de pandemia COVID19 la defensa se realizará de forma on-line.

---