



DRONES4VET



Co-funded by  
the European Union

# Manual para formadores

Drones para la construcción,  
Una guía Integral para la enseñanza eficaz  
con los módulos de Drones4VET



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



DRONES4VET PROJECT



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

# Content

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.2 Objetivo del manual.....	2
1.3 Información General y Habilidades Necesarias (Nivel del Instructor) .....	3
<b>2. Módulos y planificación de las clases .....</b>	<b>5</b>
2.1 Módulos y resultados del aprendizaje .....	5
2.2 Plan de Lección Estructurado.....	11
2.3 Integración de casos prácticos Aplicaciones.....	13
<b>3. Creación de un Ambiente de Aprendizaje Positivo.....</b>	<b>14</b>
3.1 Configuración y Organización del Aula.....	14
3.2 Sesiones en interior y exterior.....	23
<b>4. Métodos de Enseñanza.....</b>	<b>29</b>
4.1 Métodos de Enseñanza Tradicionales vs. Progresivos.....	29
4.2 Adaptación a diferentes estilos de aprendizaje.....	32
4.3 Tecnología en el aula.....	34
4.4 Tecnología para sesiones de e-learning.....	35
<b>5. Colaboración y Comunicación.....</b>	<b>37</b>
5.1 Colaboración.....	37
5.2 Comunicación:.....	39
5.3 Entrega de módulos.....	40
<b>6. Tecnología de hardware y software para Drones4VET .....</b>	<b>41</b>
<b>7. Evaluación y retroalimentación para una enseñanza eficaz .....</b>	<b>48</b>
7.1 Diferentes tipos de evaluaciones para valorar el aprendizaje:.....	49
7.2 Feedback y mejora .....	51
<b>Directorios.....</b>	<b>52</b>
<b>Apéndice.....</b>	<b>53</b>

## Participantes y redactores del proyecto Erasmus+ DRONES4VET

### **El equipo CMQE HEREC Occitanie Francia:**

Régis Lequeux - profesor de ingeniería civil, Lycée Dhuoda, Nîmes - coordinador de los 10 módulos

Nicolas Privat - profesor de ingeniería civil, Lycée Dhuoda, Nîmes

Eric Remola - profesor, Lycée Dhuoda, Nîmes

Nicolas Vassart - profesor, doctorando, Lycée Dhuoda, Nîmes

Valerie Poplin - Directora Operativa CMQE HEREC

### **El equipo de MTU Irlanda: los dos coordinadores de las sesiones de actualización y seguimiento para profesores**

Sean Carroll, ingeniero estructural colegiado, profesor

Michal Otreba PhD, profesor e investigador

### **FH Kufstein:**

Emanuel Stocker, profesor (FH), coordinador manual

### **El equipo del CRN Paracuellos - jefe de proyecto**

José Manuel García del Cid Summers, Director del CRN

Daniel Sanz, Director de Dron-Arena

Jorge Gómez Sal, Jefe de la Unidad Técnica

Fernando Gutiérrez Justo, Comunidad de Madrid

### **BZB Düsseldorf:**

Schilaski Marcus, Jefe de Proyecto

### **DEX -Erasmus Gestión**

Ainhoa Pérez

Ignacio Gomez Arguelle

Diego Díaz Mori

Iván Corbat

GER

# 1. Introducción

Drones4VET aborda una brecha identificada en la capacitación ofrecida en actividades relacionadas con la construcción. Hasta la fecha, la oferta de educación y capacitación se ha centrado únicamente en el dominio de las técnicas tradicionales, principalmente basadas en la vigilancia manual e in situ en la inspección y evaluación de obras civiles, edificación y obras constructivas en general.

Este enfoque de capacitación no ha cambiado en esencia en las últimas décadas. La llegada de nuevas tecnologías, tanto desde el punto de vista del software/aplicaciones como del hardware/dispositivos, ha alterado fundamentalmente la dinámica del sector.

El proyecto consiste en el desarrollo de 10 módulos de formación para el uso de drones en la construcción. Está financiado por el Programa Erasmus+ de la Unión Europea bajo la referencia Nº 2021-1-ES01-KA220-VET-000033094.

Socios del proyecto:

## COMMUNITY OF MADRID-D.G. TRAINING-CFTIC



Dirección General de Formación  
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA,  
HACIENDA Y EMPLEO

## DESARROLLO DE ESTRATEGIAS EXTERIORES (DEX)



Desarrollo de Estrategias Exteriores

## CMQ Excellence Occitanie



CAMPUS  
DES MÉTIERS  
ET DES  
QUALIFICATIONS  
D'EXCELLENCE

Habitat, énergies renouvelables  
et éco-construction  
Occitanie

## MUNSTER TECHNOLOGICAL UNIVERSITY (MTU)



MTU

Ollscoil Teicneolaíochta na Mumhan  
Munster Technological University

## BILDUNGSZENTREN DES BAUGEWERBES E.V. (BZB)



BZB

Bildungszentren des  
Baugewerbes e.V.

## UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES FH KUFSTEIN TIROL (FHKU)



UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## 1.2 Objetivo del manual

El contenido permite al profesor/formador desarrollar materiales para el curso, basados en los 10 módulos de Drones4VET, teniendo en cuenta el público objetivo, los objetivos de aprendizaje y la metodología factible, incluida la reducción didáctica. Las referencias a módulos de manera individual, junto con breves descripciones del contenido, son útiles a este respecto.

Especialmente para los distintos grupos a los que va dirigido (formadores/obreros de la construcción), el manual describe o explica los conocimientos tecnológicos que debe transmitirse en todos sus aspectos de forma sencilla (comprensible) y "lo más concisa posible".

El objetivo principal de este manual es capacitar a los profesores y formadores en este campo, dotándoles de las herramientas necesarias para desarrollar de forma competente materiales didácticos adaptados a los diversos públicos destinatarios. Al proporcionar información sobre los detalles a tener en cuenta de la planificación educativa, el contenido sirve de guía para que los profesores adapten sus estrategias didácticas a las necesidades específicas de los alumnos. Esto implica una consideración meticulosa del público destinatario, los objetivos de aprendizaje y la adopción de metodologías viables, con especial atención a la metodología didáctica para mejorar la eficacia general del proceso educativo.

El manual está diseñado para ofrecer ayuda práctica, ofreciendo referencias a cada Drones4VET módulo individual dentro del curso. Estas referencias, acompañadas de breves descripciones del contenido, sirven como valiosos recursos para los instructores que deseen personalizar sus materiales didácticos. Al incorporar esta característica, el manual pretende facilitar un proceso de desarrollo de cursos ágil y eficiente, garantizando que los educadores puedan navegar fácilmente por el contenido y tomar decisiones con los conocimientos necesarios respecto a la selección y presentación de los materiales didácticos.

Además, el manual reconoce la diversidad de grupos destinatarios dentro del panorama educativo, con especial énfasis en los formadores y obreros de la construcción. Para estos destinatarios específicos, el contenido va más allá de una mera descripción de la tecnología; profundiza en una explicación exhaustiva de la materia de forma sencilla y fácilmente comprensible. El objetivo general es presentar los conceptos técnicos de forma accesible y concisa, atendiendo a las necesidades y estilos de aprendizaje propios de cada profesión. De este modo se garantiza que la tecnología transmitida no sólo sea comprensible, sino también muy pertinente y aplicable a los aspectos prácticos de su trabajo, lo que en última instancia mejora la experiencia educativa global tanto para los profesores como para los alumnos.



## 1.3 Información General y Habilidades Necesarias (Nivel del Instructor)



Figura 1: Entrenador con dron de ejemplo (generado por IA - Adobe Firefly)

Ser un instructor de capacitación en drones requiere una combinación de conocimientos técnicos, habilidades de enseñanza y experiencia en la industria. Aquí hay una lista de habilidades esenciales:

- **Dominio Técnico:** Un profundo conocimiento de la tecnología de drones, incluidos componentes, operación, mantenimiento y resolución de problemas. Esto incluye el conocimiento de diferentes tipos de drones (ala fija, multirrotores, híbridos), sus capacidades y limitaciones.
- **Conocimiento Regulatorio:** Familiaridad con las regulaciones y leyes locales e internacionales de drones. Esto incluye comprender las restricciones del espacio aéreo, los requisitos para la obtención de licencias, los protocolos de seguridad y los seguros.
- **Experiencia de Vuelo:** Experiencia práctica en volar drones en diversos entornos y condiciones. Los instructores deben ser expertos en pilotar drones de manera segura y efectiva, demostrando maniobras y técnicas a los aprendices.
- **Gestión de Riesgos:** Capacidad para evaluar y mitigar riesgos asociados con las operaciones de drones. Esto incluye la comprensión de peligros como condiciones meteorológicas, obstáculos y posibles interferencias con otras aeronaves.
- **Habilidades de Comunicación:** La comunicación clara y efectiva es esencial para transmitir información técnica e instrucciones a los alumnos. Los instructores deben poder explicar conceptos complejos de manera concisa y comprensible.

- **Diseño Instruccional:** Habilidad para diseñar programas y materiales de capacitación adaptados a diferentes niveles de habilidad y estilos de aprendizaje. Esto implica crear directrices para las lecciones, presentaciones y actividades prácticas para reforzar los objetivos de aprendizaje.
- **Conciencia de Seguridad:** Priorizar la seguridad es primordial en las operaciones de drones. Los instructores deben inculcar esa mentalidad de la seguridad ante todo en los alumnos, enfatizando la importancia de seguir protocolos y mejores prácticas para prevenir accidentes y lesiones.



## 2. Módulos y planificación de las clases

### 2.1 Módulos y resultados del aprendizaje

Tabla 1: Resumen de los módulos














Nivel	N	Icono	Nombre del módulo
Básico	1		REGULACIÓN DE DRONES
	2		PLANIFICACIÓN DE VUELOS E INFORMES
	3		DINÁMICA Y MANTENIMIENTO DE DRONES
	4		SIMULADOR DE VUELO
	5		PRÁCTICAS DE VUELO
Avanzado	6		GEOLOCALIZACIÓN
	7		FOTOGRAMETRÍA
	8		TERMOGRAFÍA
	9		LIDAR
	10		IMÁGENES PARA PERITAJE



Tabla 2: Módulos y aprendizaje

No	Nombre del módulo	Objetivo	Objetivos de aprendizaje	Propuesta Logros / Evaluación
1	<p>REGULACIÓN DE DRONES</p> 	<p>Este módulo cubre la información que el alumno necesitará para obtener una comprensión básica de las normativas UAS relevantes que rigen la operación segura de drones en Europa. Identificará y describirá las categorías pertinentes de drones (Abierta, Específica y Certificada) a las que se refiere una operación de drones concreta de acuerdo con la normativa sobre UAS. Identificará la terminología clave utilizada dentro de la normativa UAS con respecto a la operación segura de drones en Europa. Por último, ayudará a comprender los tipos de metodologías de evaluación de riesgos (SORA, PDRA, etc.) y las medidas de mitigación que pueden emplearse para garantizar que las operaciones con drones puedan llevarse a cabo de forma segura.</p>	<p><b>1</b> El alumno adquirirá conocimientos sobre la legislación europea de drones de EASA.</p> <p><b>2</b> Adquirirá conocimientos sobre las categorías Abierta, Específica y Certificada.</p> <p><b>3</b> Entender y diferenciar los distintos escenarios operativos.</p> <p><b>4</b> Entender y ser capaz de explicar los principios de mitigación de riesgos según la normativa europea.</p>	<p><b>Realización:</b> Presencial o en línea</p> <p><b>Evaluación:</b> Examen escrito</p>
2	<p>PLANIFICACIÓN DE VUELOS E INFORMES</p> 	<p>El módulo cubre la información que el alumno necesita para adquirir una comprensión básica de la planificación y notificación de vuelos en Europa. Ayudará a identificar y describir la terminología clave relacionada con la planificación y notificación de vuelos. Abarcará las diferentes fases de la planificación de vuelos (preparación, ejecución y seguimiento) y hará hincapié en la importancia del cumplimiento de la normativa pertinente y de las mejores prácticas. Por último, ayudará a comprender los diferentes métodos de notificación de vuelos y la importancia de una notificación precisa y puntual.</p>	<p><b>1</b> El alumno adquirirá conocimientos de las diferentes fases de la planificación de vuelo.</p> <p><b>2</b> El alumno adquirirá conocimientos sobre los diferentes métodos de informes de vuelo.</p> <p><b>3</b> Comprender la importancia del cumplimiento de la normativa pertinente y de las mejores prácticas.</p> <p><b>4</b> Ser capaz de producir informes precisos y oportunos.</p>	<p><b>Realización:</b> Presencial</p> <p><b>Evaluación:</b> Examen escrito y tareas</p> <p>Planificación del vuelo e informe: Ejercicios / informe como tarea</p>

3	<p>DINÁMICA Y MANTENIMIENTO DE DRONES</p> 	<p>Este módulo se divide en dos partes principales: Capítulos 1, 2 y 3: conocimientos esenciales sobre cómo el dron utiliza las fuerzas aerodinámicas para volar, con información sencilla sobre mecánica de vuelo. A continuación se describe el papel y la función de los distintos componentes de un dron. Por último, el funcionamiento general de la emisora. Capítulos 5 y 6: cómo mantener el dron en buenas condiciones para volar, y registro de las operaciones de mantenimiento .</p> <p>El módulo se centra en el dron multirroto, destinado a pilotos de nivel básico. No se aborda la física, sólo cuestiones prácticas.</p>	<p><b>1</b> Conocer la forma de volar de los drones</p> <p><b>2</b> Conocer los componentes del sistema de un dron multicóptero</p> <p><b>3</b> Gestionar un programa de mantenimiento</p>	<p><b>Entrega:</b> en clase</p> <p><b>Evaluación:</b> cuestionario tipo test o preguntas abiertas  de mantenimiento: actividades prácticas</p>
4	<p>SIMULADOR DE VUELO</p> 	<p>Utilizar un simulador de vuelo para aprender a volar es una práctica habitual, sobre todo entre los pilotos profesionales. Este módulo presenta las ventajas de utilizar un simulador y algunos tipos de situaciones de aprendizaje posibles.</p> <p>A continuación, tras enumerar diferentes simuladores, se desarrolla el uso de un simulador de vuelo.</p>	<p>1 conocimiento de los diferentes simuladores</p> <p>2 desarrollar y refinar sus habilidades en la ejecución de maniobras de vuelo avanzadas</p> <p>3 aplicar sus habilidades a escenarios de vuelo realistas</p>	<p><b>Entrega:</b> En clase (aula de informática)</p> <p><b>Evaluación:</b> Completar misiones de vuelo simuladas</p>
5	<p>FPRÁCTICAS DE VUELO</p> 	<p>Este módulo le permite tomar el control del dron desde un nivel de principiante hasta un primer paso que le permite volar en la categoría abierta subcategoría A2 donde se debe realizar un curso de vuelo de autoformación. Se propone una zona de vuelo asegurada, y todos los ejercicios tienen lugar en esta zona.</p> <p>Los vuelos tienen un carácter eminentemente aplicado a la toma de fotografías manuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fotogrametría</li> <li>- Peritaje de construcciones</li> <li>- Termografía</li> <li>- Lidar</li> </ul> <p>NB: El módulo está escrito para un profesor que explica a sus alumnos, pero un alumno solo puede practicar siguiendo el módulo.</p>	<p>1 conocer las funciones de la emisora.</p> <p>2 dominar el control manual del dron</p> <p>3 dominar el pilotaje de drones para fotogrametría, lidar, termografía y peritaje de edificios</p>	<p><b>Entrega:</b> En clase; preparar formulario de misión En campo asegurado : volar</p> <p><b>Evaluación:</b> Actividades prácticas, Califique las habilidades de 1 a 4 (1 principiante, 4 avanzado)</p>

6	<p>GEOLOCALIZACIÓN</p> 	<p>Este módulo permite comprender los sistemas de coordenadas utilizados para localizar puntos en la Tierra. Explica cómo se hace un mapa en un sistema de proyección. Permite geolocalizar observaciones terrestres. Para localizar información sobre la superficie terrestre, es necesario utilizar un sistema de posicionamiento y cartografía. Para ello, son necesarias nociones de geodesia, como</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la definición de un marco de referencia geodésico (elipsoide, meridiano de origen)</li> <li>- la elección de un sistema de proyecciones y coordenadas (geográfico o planar)</li> <li>- la elección de un sistema de referencia de altura (geoide).</li> </ul> <p>El módulo explica también cómo funciona un Sistema Global de Navegación por Satélite ("GPS") y cómo obtener una precisión centimétrica gracias a RTK. Al final verás cómo colocar objetivos sobre el terreno para geolocalizar tus observaciones con drones.</p>	<p>1 adquirir conocimientos sobre los sistemas de geolocalización terrestre</p> <p>2 conocer los sistemas nacionales de geolocalización</p> <p>3 conocer el uso de un GNSS para la geolocalización de estudios con drones</p>	<p><b>Entrega:</b> En clase la mayor parte del tiempo Fuera para mostrar GNSS con RTK</p> <p><b>Evaluación:</b> cuestionario de opción múltiple o preguntas abiertas</p>
7	<p>FOTOGRAMETRÍA</p> 	<p>Este módulo permite primero entender qué es la fotogrametría, después ver las técnicas para conseguir vuelos automáticos o manuales de drones para esta actividad y finalmente procesar las imágenes para obtener modelos 3D y explotarlos. Módulo de nivel básico para el uso de drones en la construcción, considerando que todos los conocimientos aquí expuestos son imprescindibles.</p>	<p>1 adquirir conocimientos sobre el uso de drones para vuelos fotogramétricos</p> <p>2 dominar el procesado de imágenes para obtener un modelo 3D</p> <p>3 dominar el proceso para explotar un modelo 3D</p>	<p><b>Entrega:</b> En clase para el procesado Sobre el terreno para la fotografía con el dron</p> <p><b>Evaluación:</b> Cuestionario tipo test o resultado del modelo (forma, escala...)</p>

8	<p>TERMOGRAFÍA</p> 	<p>Este módulo le permite comprender el análisis termográfico con drones. Los objetivos de la termografía con drones incluyen la identificación de anomalías, la evaluación de las condiciones, la mejora de la eficiencia energética y la supervisión del medio ambiente. Estas aplicaciones ofrecen un medio no intrusivo, rentable y eficaz de capturar datos térmicos desde perspectivas aéreas.</p> <p>Conocimientos deseados</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descripción de las partes del edificio expuestas al efecto térmico <ul style="list-style-type: none"> <li>o Envolvente: Fachadas y tejados</li> <li>o Conductos del equipamiento técnico del edificio</li> <li>o Sistema solar / fotovoltaico</li> </ul> </li> <li>- Identificación de los puntos débiles que influyen en el comportamiento térmico / energético del edificio, <ul style="list-style-type: none"> <li>o Envolvente</li> <li>o Comprobación de la estanqueidad al aire</li> <li>o Sistema solar / fotovoltaico</li> </ul> </li> <li>- Análisis de imágenes termográficas</li> <li>- Equipamiento / Hardware <ul style="list-style-type: none"> <li>o UAS</li> <li>o Cámaras</li> </ul> </li> <li>- Configuración de cámaras <ul style="list-style-type: none"> <li>o Software</li> </ul> </li> <li>- Preparación de la documentación / informes</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Adquirir conocimientos sobre el uso de drones para termografía</li> <li>2 El alumno será capaz de analizar y evaluar imágenes termográficas para identificar anomalías en edificios, tuberías y sistemas solares.</li> <li>3 El alumno será competente en la preparación de una documentación e informe exhaustivos basados en los hallazgos del análisis termográfico.</li> </ol>	<p><b>Entrega:</b> Presencial u online</p> <p><b>Evaluación:</b> Parte teórica: Examen/test de contenidos/conocimientos relacionados con el módulo</p> <p>Parte práctica: Un informe que documente el análisis, las conclusiones y las recomendaciones para mejorar la eficiencia energética en un edificio o estructura seleccionados.</p>
---	--	---	---	---

9	<p>LIDAR</p> 	<p>Este módulo introducirá al alumno a la tecnología LIDAR y cómo ésta puede utilizarse con UAS. Se identificará la terminología clave en relación con el escaneado LIDAR, así como los métodos principales para llevarlo a cabo. Se explica un ejemplo ilustrado de los pasos necesarios para llevar a cabo con éxito un escaneado LIDAR utilizando UAS y cómo pueden procesarse los datos resultantes. Por último, se exponen algunos ejemplos de las numerosas aplicaciones en el sector de la construcción para las que puede utilizarse esta tecnología junto con los UAS.</p>	<p>1 El alumno comprenderá la definición de LIDAR.</p> <p>2 Conocimiento de los diferentes usos del escaneo LIDAR con UAS en la construcción.</p> <p>3 Desarrollará conocimientos sobre los diferentes tipos de LIDAR y su utilización para misiones específicas de UAs.</p>	<p><b>Entrega:</b> Entrega de teoría en clase o en línea.</p> <p>Captura LIDAR (si aplica) - pruebas en clase/campo</p> <p>Procesamiento de datos LIDAR (si procede) - en clase/ o entrega en línea</p> <p><b>Evaluación:</b> Examen sobre la teoría contenida en el módulo. Examen práctico sobre captura y procesado de datos LIDAR (si se dispone de UAV LIDAR o DATA)</p>
10	<p>IMÁGENES PARA PERITAJE</p> 	<p>Este módulo, que complementa el módulo práctico de vuelo, ofrece algunos consejos sobre cómo tomar fotografías útiles para inspeccionar estructuras de ingeniería civil. En esta actividad, a diferencia de la fotogrametría en la que generalmente se trabaja en modo totalmente automático, es necesario tomar fotos "reales" que sean detalladas, nítidas, luminosas, localizadas e informativas. También hay que saber identificar las zonas sensibles de las estructuras. Este módulo aborda los principios fundamentales de la fotografía, seguidos de consejos sobre cómo tomar y presentar fotografías.</p>	<p>1 adquirir conocimientos sobre cámaras</p> <p>2 elegir los ángulos correctos para producir tomas útiles</p> <p>3 crear resultados profesionales</p>	<p><b>Entrega:</b> En el campo para las fotos, zona asegurada En clase para la entrega</p> <p><b>Evaluación:</b> Valorar el entregable (calidad de la foto, ángulos, zoom...)</p>



## 2.2 Plan de Lección Estructurado

En el capítulo anterior, se definen los posibles módulos y sus resultados del aprendizaje. Sin embargo, para la compilación de un programa personalizado, es relevante organizar los módulos de acuerdo con los objetivos del programa. La estructura puede variar dependiendo de la institución educativa, los recursos disponibles (competencias del formador) y el público objetivo.

No obstante, se recomienda completar al menos los módulos básicos (1 a 3) antes de pasar a los módulos avanzados (5-10). Así pues, los módulos básicos deben servir de requisito previo para los módulos 5-10.

### Duración

De manera similar, no se puede prescribir una duración específica ya que también depende del tipo de alumnado. Sin embargo, basándose en la experiencia y como pautas generales, se puede asumir que los módulos básicos típicamente requieren un promedio de 0,5 a 1 día cada uno, mientras que los módulos avanzados requieren más de 1 día. La planificación de la duración debe seguir el sistema ECTS, ya que abarca toda la carga de trabajo.











La carga de trabajo comprende todas las actividades de aprendizaje que son parte de un programa de estudios y se evalúan a través del desempeño. Estas incluyen:

- Asistencia a conferencias o clases
- Prácticas
- Autoestudio (trabajo en la biblioteca o en casa)
- Preparación para exámenes
- Examen

Un crédito ECTS corresponde a 25 horas reales de 60 minutos cada una de carga de trabajo real para el estudiante.

La siguiente tabla muestra un ejemplo simple de un posible programa de capacitación. Las estimaciones de tiempo proporcionadas se refieren únicamente al tiempo de instrucción (excluyendo la preparación previa y posterior, y los componentes prácticos).

Tabla 3: Ejemplo de estructura de un programa

No	Icono	Nombre del módulo	Entorno	Duración de la clase / ECTS
1		REGULACIÓN DE DRONES	Aula	4 h / 0,25
2		PLANIFICACIÓN DE VUELOS E INFORMES	Aula	4 h / 0,25
3		DINÁMICA Y MANTENIMIENTO DE DRONES	Aula / laboratorio	8 h / 0,50
4		SIMULADOR DE VUELO	Aula	12 h / 0,75
5		PRÁCTICAS DE VUELO	Aula / zona exterior	12 h / 0,75
<b>Examen escrito (1-3) / Informe de prácticas (5)</b>				<b>40 h / 2,50</b>
6		GEOLOCALIZACIÓN	Aula / zona exterior	12 h / 0,75
7		FOTOGRAMETRÍA	Aula / zona exterior	12 h / 0,75
8		TERMOGRAFÍA	Aula / zona exterior	12 h / 0,75
9		LIDAR	Aula / zona exterior	12 h / 0,75
10		IMÁGENES PARA PERITAJE	Aula / zona exterior	8 h / 0,50
<b>Informe de casos prácticos (6 y 10)</b>				<b>56 h / 3,50</b>
<b>Suma del programa</b>				<b>96 h / 6,00</b>

## 2.3 Integración de casos prácticos

### Aplicaciones

Los casos prácticos sirven principalmente para los módulos de nivel avanzado. Consisten en representar diversos escenarios sobre objetos reales. Los escenarios de daños también pueden simularse temporalmente como falsos. (Por ejemplo, utilizando imágenes adjuntas). Esto permite identificar patrones de daños como grietas, decoloración y desplazamientos estructurales. Este enfoque sería beneficioso para el módulo 10.



Figura 2: Daños típicos en fachadas (<https://www.zukunft-bau.at/bauschadensberichte>)



Figura 3: Daños típicos en tejados ([www.bauder.at](http://www.bauder.at) / [www.hausjournal.at](http://www.hausjournal.at))

# 3. Creación de un Ambiente de Aprendizaje Positivo

## 3.1 Configuración y Organización del Aula

Dependiendo del módulo, se pueden usar diferentes configuraciones de aula, pero es esencial contar con:

- Un ordenador para el profesor:
  - Conectado a Internet
  - Lo suficientemente potente para ejecutar software de imágenes y 3D
  - Con al menos 100 GB de memoria libre para almacenar documentos y, en particular, fotos
  - Con un videoproector y una pantalla
  - Ver el software requerido dependiendo de los módulos
  - Una red o almacenamiento en la nube para distribuir fotos, escaneos, pruebas y recuperar el trabajo para la evaluación
  - Opcionalmente: un software para mostrar la pantalla de los ordenadores del estudiante e incluso tomar control de su ratón para ayudarlo
- Un ordenador para cada estudiante, con las mismas especificaciones (excepto el proyector)
- Una pizarra blanca

El aula puede tener forma de U, con las pantallas de las computadoras visibles desde el centro, de modo que el instructor pueda ver si todos están siguiendo el ritmo de la lección. Pero un software de "vista de estudiante" puede reemplazar esta disposición.

En cuanto a los módulos, además de la lista anterior, aquí hay algunos consejos sobre cómo llevar a cabo su curso y los recursos específicos que necesitará.



### Módulo 1 - Regulación de Drones:

- Prepare su acceso al sitio web de EASA, sección de drones
- Prepare su acceso al sitio web de pruebas de drones de su país (certificación de pilotos)
- Lleve su dron para mostrar su placa de identificación y emisión
- Obtenga su MANEX



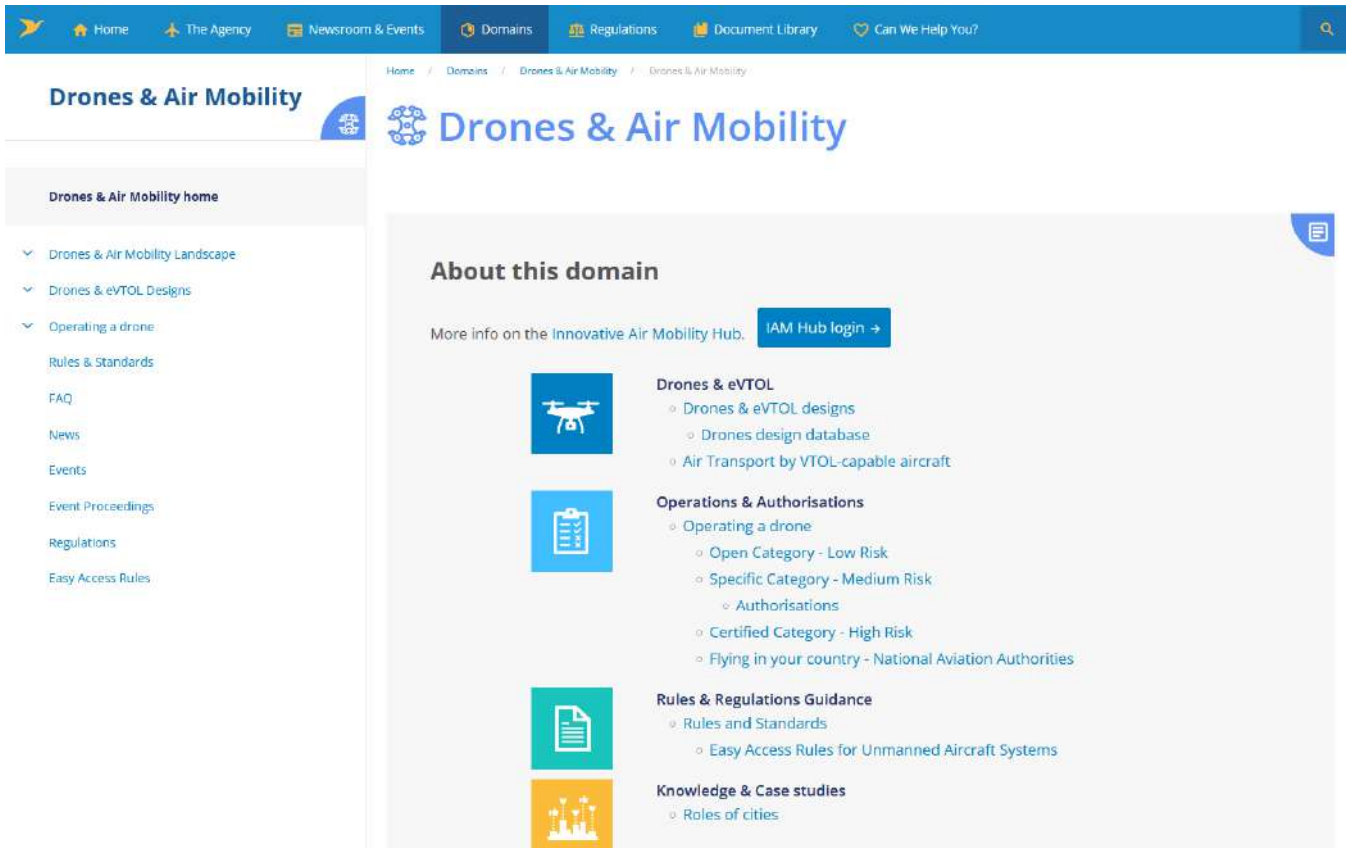


Figura 4: Sitio web de la AESA - la página "drones y movilidad aérea" está bien para empezar y luego ir a los diferentes temas (EASA)



## Módulo 2-Planificación del vuelo y elaboración de informes:

- Preparar un formulario de misión del dron para cada alumno, en papel o electrónico.
- Preparar una plantilla de diario de vuelo para los alumnos, para registrar los vuelos.
- Disponer al menos de un dron para practicar el procedimiento de comprobación de la aeronave (lista de comprobación previa al vuelo).
- Conéctate a un sitio web nacional de METAR y TAF con el código del aeropuerto más cercano para estar preparado para mostrárselo a tus alumnos (por ejemplo, <https://es.allmetsat.com/metar-taf/espana-portugal.php?icao=LEMD>).
- Conéctate a un sitio web nacional de meteorología gráfica para mostrar la fuerza del viento y la cobertura nubosa en imágenes sencillas.
- Conéctese a la página web nacional de declaración de accidentes de vuelo (relativa al reglamento 376/2014 de la UE) o a la hoja nacional de declaración de incidentes de vuelo ([https://www.seguridadaerea.gob.es/sites/default/files/G-DUAS-OPR-DOO1\\_v2\\_Guia.presentacion.declaracion.pdf](https://www.seguridadaerea.gob.es/sites/default/files/G-DUAS-OPR-DOO1_v2_Guia.presentacion.declaracion.pdf), por ejemplo).
- Practicar los "ajustes de mando" a través de los mandos a distancia de los drones.
- Prepara un enlace a la página web de tu procedimiento de autorización local o nacional (vuelos avanzados en una categoría específica).

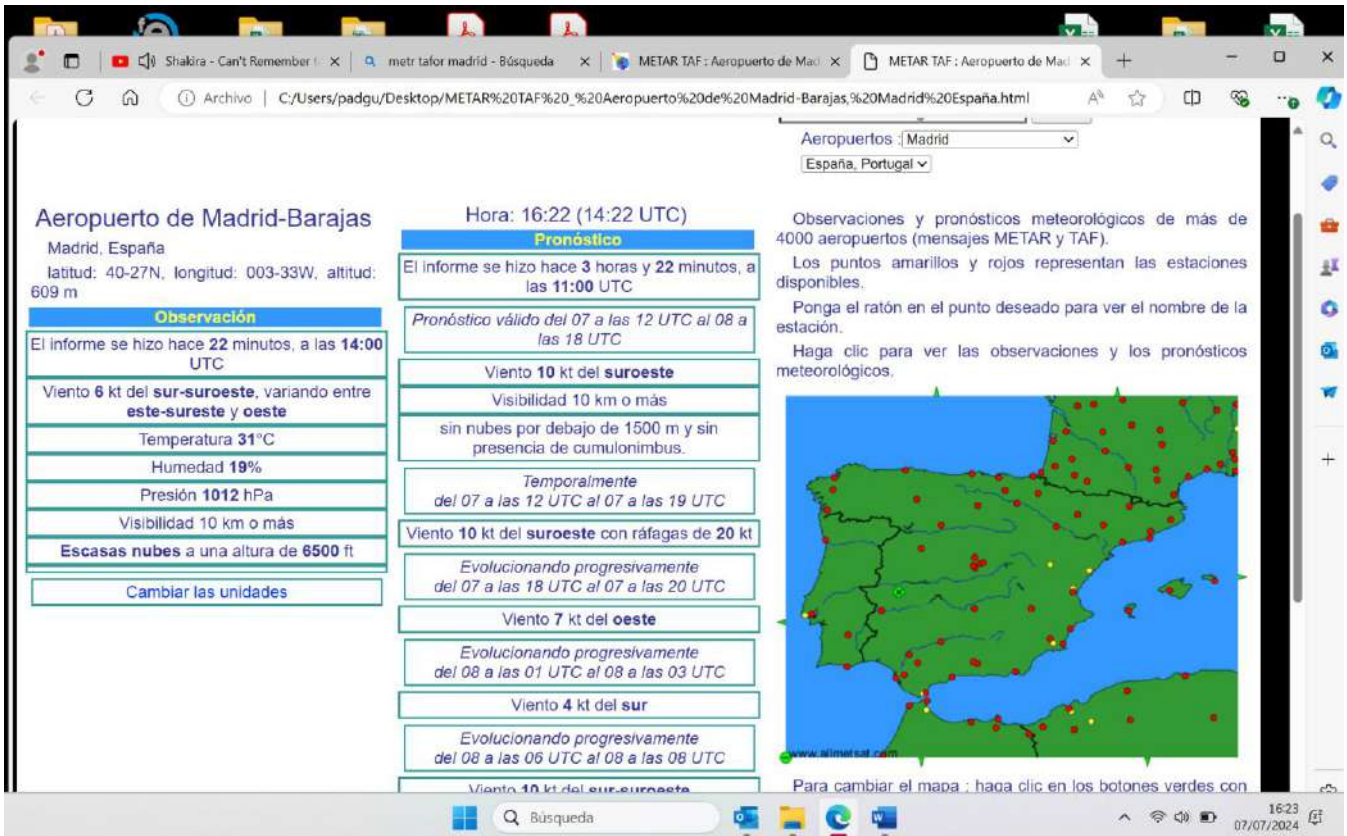


Figura 5: <https://esallmetsat.com> Esta página web muestra el METAR y TAF - para toda Europa y en diferentes lenguas

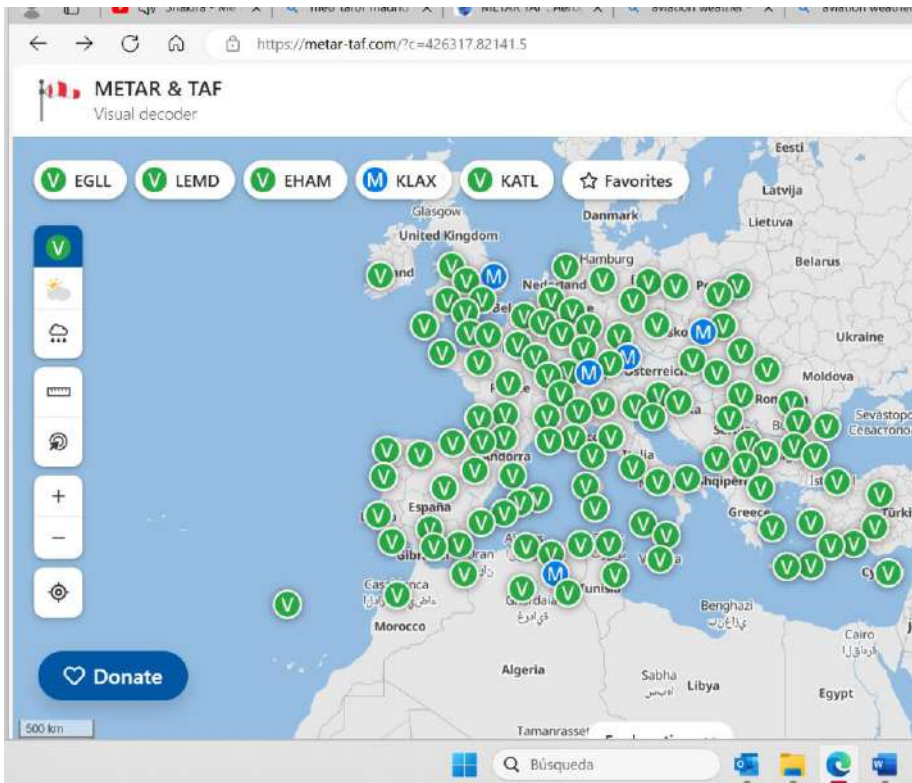


Figura 6: app: "Aviation Weather"





### Módulo 3-Dinámica y mantenimiento del dron

- Dos posibilidades:
  - Tienes un dron que puedes desmontar para mostrar los componentes,
  - Recoges fotos en internet para mostrar otros ejemplos distintos a los del módulo.
- Disponer de un dron para mostrar los movimientos, las baterías, etc.
- Se puede usar un smartphone con una app que muestre los sensores: magnetómetro, brújula, aceleración, guiñada, balanceo, cabeceo... (por ejemplo en android "estado GPS" y seleccionar <<diagnóstico sensores>> y aparecen todos los sensores con sus valores).
- Tener preparado un libro de registro de mantenimiento.

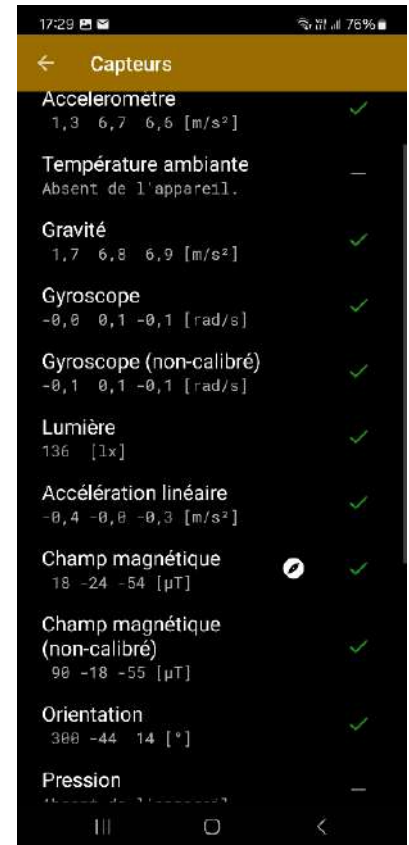


Figura 7: Aplicación Android: "Estado GPS" elige la página de sensores, muestra todos tus sensores activos con sus valores. los alumnos pueden entender qué es un acelerómetro por ejemplo



### Módulo 4-Simulador de vuelo

- Descargue el simulador de vuelo que desee utilizar, instálelo en el ordenador del instructor y compruebe toda la configuración de la instalación para poder ayudar a los alumnos con su propio ordenador o instálelo en todos los ordenadores del aula.
- Disponer de un dron real para mostrar las opciones.
- Disponer de una emisora, vinculado al software para cada alumno.



### Módulo 5-Práctica de vuelo

- Seleccionar y preparar el lugar de vuelo (ver más abajo "sesiones al aire libre").
- Preparar un formulario de misión de vuelo para cada alumno.
- Conectarse a una web de METAR y TAF (ver arriba mod. 2).

- Explicar las directrices en el aula y preparar el vuelo con el formulario de misión de vuelo, cada alumno debe rellenar su propio formulario.
- Programar todas las emisoras o los smartphones de los alumnos si se utilizan para pilotar el dron, los alumnos deben ser capaces de programarlo ellos mismos pero es obligatorio que el instructor lo compruebe. Las dimensiones dependen del lugar de vuelo, de la categoría del dron y del tipo de vuelo.
- Consigue todos los conos y marcas de despegue necesarios (ver más abajo "sesiones al aire libre").

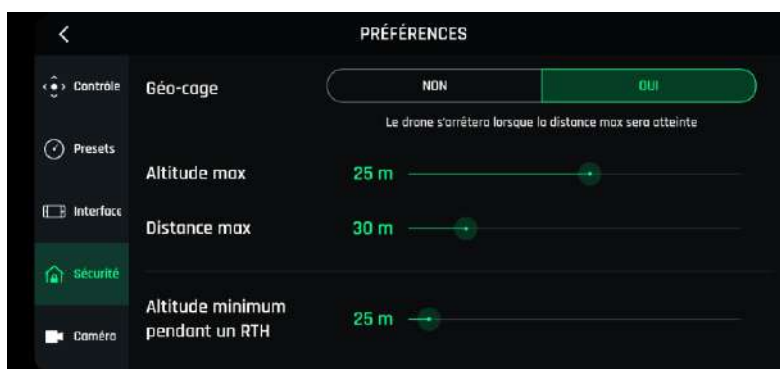


Figura 8; programación de la app en una emisoraa. No dude en establecer valores bajos al principio (Parrot)



## Módulo 6-Geolocalización

- Conéctate a tu sitio web geográfico y geodésico nacional para mostrar los puntos de referencia y las coordenadas legales.
- Disponer de algún tipo de globo terráqueo para mostrar la tierra, meridianos, paralelos, etc.
- Instala la aplicación "GPS status" en tu smartphone para mostrar las coordenadas, la precisión y la posición de los satélites GNSS.
- Una hoja de papel grande puede mostrar las proyecciones del globo terráqueo.
- Una piel de naranja es útil para mostrar lo difícil que es aplanar una esfera (ver más abajo).
- Disponga de algunos objetivos terrestres.
- Prepare su receptor GNSS y su enlace RTK.
- Las imágenes de abajo muestran un ejemplo de experimento para proyecciones cilíndricas.



Figura 9; Pantalla "Estado del GPS" de la aplicación Android

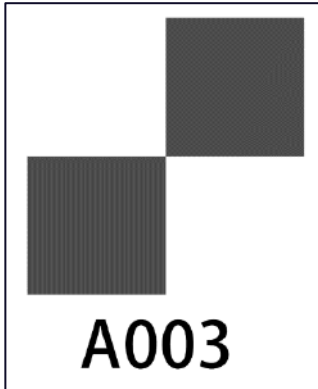


Figura 10: blanco en tierra con número (LePontcom)



Figura 11: una piel de naranja ayuda a demostrar que es difícil aplanar una esfera



Figura 12: Proyección UTM del globo terráqueo sobre un cilindro

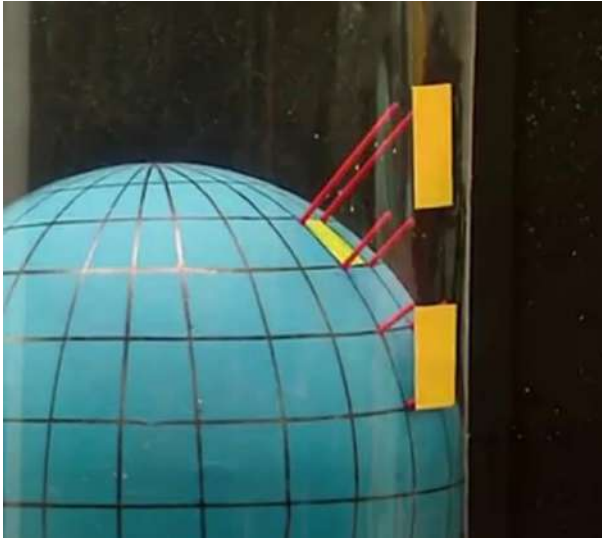


Figura 13: distorsión de la distancia debida a la proyección  
(France 3 "C'est pas sorcier")



## Módulo 7-Fotogrametría

- Un modelo simple y rápido con un smartphone es un buen comienzo para mostrar las capacidades de la fotogrametría, instalar la app "Polycam" y hacer un modelo girando alrededor de un objeto sobre una mesa, los alumnos pueden experimentarlo también (el resultado no siempre es muy bueno pero muestra lo que es la fotogrametría, etc).
- Se puede grabar un vídeo de un vuelo programado o salir al exterior a hacer uno, por ejemplo para una fachada, para mostrar cómo se hacen las fotos con el dron.
- Guardar en la red del centro todas las fotos que se vayan a utilizar para el proceso; o preparar una memoria USB con las fotos para compartirlas con los alumnos.
- Si tienes un proyecto pequeño, como 50 fotos, y buenos ordenadores, es posible hacer el procesado. Recuerda usar sólo las unidades locales (SSD es lo mejor) para guardar las fotos y los modelos, no una nube o una unidad de red o una unidad USB porque son demasiado lentas y poco fiables.
- Si tu proyecto es más grande, y/o tus ordenadores son normales o lentos, entonces precalcula todos los pasos y grábalos con tu software: dale un nombre diferente a todos los pasos y grábalos uno tras otro. Los alumnos no tendrán que esperar los largos cálculos, tú lanzas el cálculo, lo detienes al cabo de unos minutos, y los alumnos descargan los resultados pregrabados.

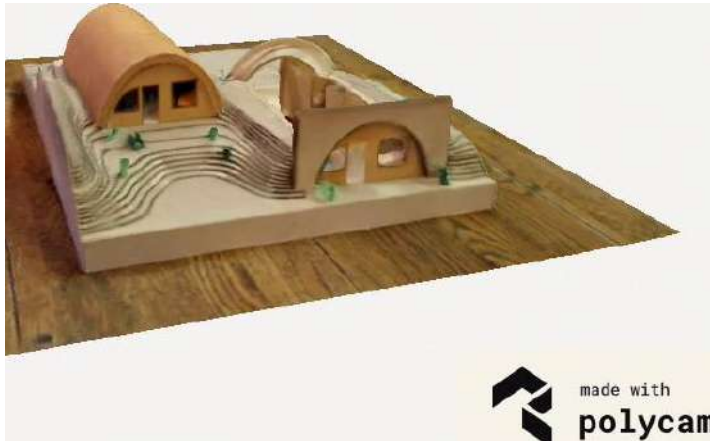


Figura 14: Maqueta Polycam de la maqueta real de una arquitecta (Julie Lequeux-Audran) sobre una mesa en el aula (extracto del vídeo que se puede generar)



### Módulo 8-Termografía

- Comprueba si los colores que muestra tu videoprojector son legibles
- En el aula puede ser interesante disponer de una cámara termográfica para facilitar el aprendizaje.
- El dron que se utiliza en exteriores se puede utilizar en el interior, a mano.
- Ver "sesiones al aire libre".
- Tener las fotos grabadas y listas para compartir por la red o una memoria USB.



### Módulo 9-LIDAR

- Un Apple iphone pro tiene un lidar integrado que puede ser útil para mostrar las capacidades de un dispositivo de este tipo, como en "fotogrametría" con la aplicación Polycam
- Un escáner 3D autónomo sobre un trípode puede servir para explicar el proceso de escaneado y los límites del método
- El dron LIDAR debe estar físicamente presente en el aula para comprender los límites de su uso (tamaño, forma, ruido...) y los ángulos de escaneado del sistema.
- Es posible sujetar el dron con la mano en el aula o en un pasillo para mostrar cómo se escanean los puntos.
- Toda la nube de puntos debe estar lista para ser descargada por los alumnos.
- Graba previamente todos los pasos de tu proceso con diferentes nombres para dárselos a los alumnos para que corrijan sus errores o para acelerar la clase evitando largos tiempos de cálculo.



## Módulo 10-Imágenes para periteje

- Encuentre un lugar en su edificio donde se puedan encontrar algunos problemas para practicar (cuidado con la seguridad de las personas no implicadas).
- Es posible colocar impresiones fotográficas de grietas u otros problemas estructurales en una estructura sana para simular una inspección.
- Ver "sesiones al aire libre".
- Preparar al menos una fotografía y su mejora con un editor fotográfico.
- El dron se puede utilizar a mano en un aula para mostrar diferentes problemas, (contraluz, sobre o subexposición, desenfoque de movimiento...) o los mejores ángulos para tomar una fotografía.



## 3.2 Sesiones en interior y exterior

### Indoor

**ANTES de cualquier vuelo, recomendamos impartir los módulos 1 + 2 + 3 (normativa, planificación, dinámica) y como evaluación aprobar el A1/A3 en la web oficial de tu país.**

Los alumnos se comprometerán más con su formación si ya tienen un primer diploma en el bolsillo, lo que les da sentido de la responsabilidad, y tú estarás mejor asegurado en caso de incidente sobre el terreno, para que no te culpen de hacer volar a gente desinformada.

Ten en cuenta que también pueden aprobar el examen teórico A2 con estos conocimientos, pero necesitarán la sesión de vuelo para convalidar el diploma.

Para el diploma STS, son necesarios más conocimientos (mapas aeronáuticos, informes meteorológicos, dinámica, mantenimiento...).

### Al aire libre – estudiantes

Para las sesiones outdoor es interesante que los alumnos dispongan de:

- Cuaderno, de papel o electrónico con bolígrafo. Esta herramienta permite al alumno escribir sus consejos y sus propias observaciones y consejos personales sobre cómo volar o bien.
- Smartphone para hacer fotos o para comunicarse con el dron o para escribir notas (una app como "Drawnote" y un lápiz pueden ser útiles para hacer dibujos).

### Exterior – zona de entrenamiento

Debes disponer de una zona de vuelo declarada, asegurada, clara e interesante

- Declarada: el director de tu universidad o escuela debe permitirte volar, por lo que, como propietario de la parcela, es obligatorio. Una vez hecha tu elección (ver otros criterios) escribe una carta explicando tu elección de zona y la seguridad tenida en cuenta. Puedes argumentar que la actividad con drones está próxima a la práctica de deportes, y normalmente la zona deportiva es un buen lugar para volar. La zona también debe declararse. Dependiendo de las normas locales, las autoridades de tráfico aéreo también podrían ser cuestionadas para volar en categoría abierta, y DEBEN ser notificadas para volar en categoría específica STS01.
- Asegurado: recuerda que ninguna persona no involucrada debe ser sobrevolada por los drones. Respeta la distancia a estas personas y a los edificios cuando delimites tu zona de vuelo. Utilice conos de señalización o barreras o franja de seguridad:



Figura 15: zona delimitada en el patio de un colegio para drones certificados C1 de 420 g de peso. La zona de vuelo del dron está alrededor de los conos con una varilla. Los alumnos están a la derecha, en la sombra y mirando en dirección contraria al sol.



Figura 16: la banda de seguridad es lo mejor (virages.com)



En la actualidad (abril de 2024) todavía es posible enseñar a volar en categoría abierta, así que, dependiendo del dron que utilices

- Categoría abierta A1, UAS certificado clase C1 (<900g): puedes volar "cerca" (unos metros) de los límites de tu zona de vuelo marcada. MEJOR ELECCIÓN PARA EVITAR ACCIDENTES GRAVES, cuanto más ligero sea el dron, más leve será el accidente, y un dron pequeño tiene los mismos comandos que uno grande.
- Categoría abierta A2, UAS clase C2 certificado (<4000g): debe permanecer a 50m de los límites de su área de vuelo y si vuela en "modo de baja velocidad" (3m/s bloqueado en el mando a distancia) a sólo 5 metros.
- Categoría abierta A3, UAS de clase C3 o C4 certificado (<25kg): debe permanecer a 150m de los límites de su área de vuelo y de los edificios.

En el futuro, será obligatorio trabajar con alumnos de categoría específica en un escenario STS (o un escenario de "aprendizaje" por definir):

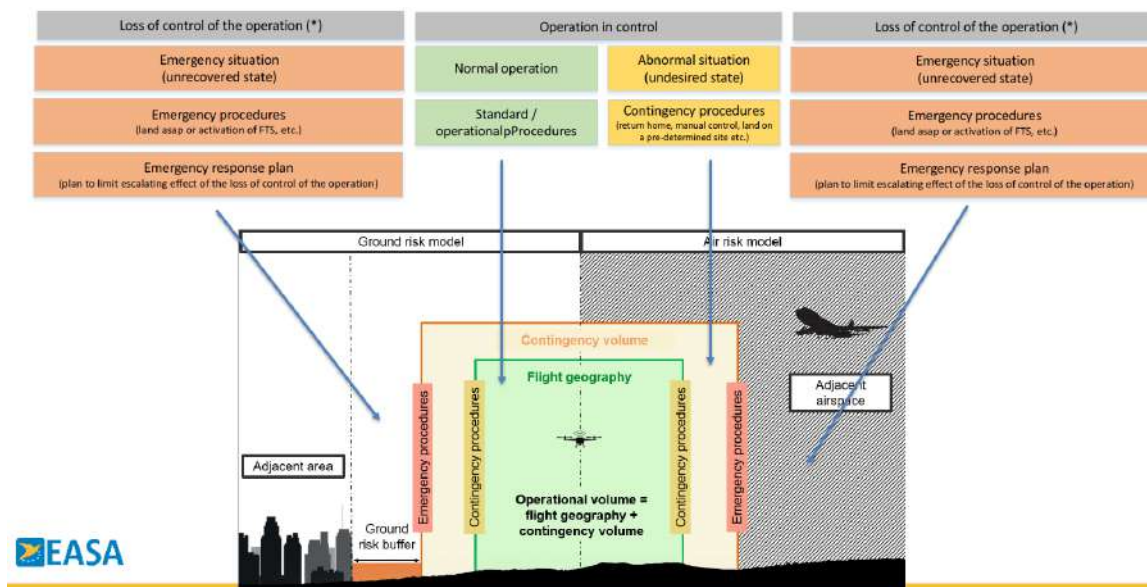


Figura 17: STS01 volumes (EASA)

- Categoría específica STS01, UAS clase C5 certificado (<25kg, modo de velocidad lenta de 5m/s, sistema de terminación de vuelo FTS, es decir, corte de motor y paracaídas): vuelas en el escenario STS01 y defines un "volumen de contingencia" y un "amortiguador de riesgo en tierra".

Tus alumnos deben permanecer en el volumen operacional, allí pueden volar como quieran (¡o más bien como quiera EL INSTRUCTOR!) pero tan pronto como entren en el Volumen de Contingencia, el instructor debe tomar el control o decirle al alumno que vuelva, y si entran en el Buffer de Riesgo en Tierra debes activar el FTS (sistema de terminación de vuelo: parada de motor y paracaídas).

Aunque esta configuración está dibujada para el escenario STS01, puedes utilizarla para la categoría abierta.

**Exija a sus alumnos que lleven una chaqueta de seguridad.**



Figura 18: Piloto de dron en una zona protegida con chaleco de seguridad (Instadrone & Lycée Dhuoda)

Marca la zona de despegue con una placa específica de despegue, una pista de aterrizaje para drones, para que nadie pase por allí o coloque algún obstáculo cerca. También es útil cuando la hierba está alta.



Figura 19: pista de aterrizaje de drones (geomesures.fr)

**Despejado:** sin árboles ni obstáculos en el campo, podrían ocultar los drones o crear riesgos de colisión. Evita la proximidad de edificios, sobre todo si vuelas en categoría abierta A3 (a 150m de construcciones), los edificios altos crean máscaras GNSS que pueden disminuir la precisión de posicionamiento. Cuidado con las líneas eléctricas, deben estar fuera de la zona de vuelo, con una distancia de seguridad.

**Interesante:** es el más difícil de encontrar para un segundo vuelo, porque después de que los pilotos hayan descubierto el vuelo en un lugar llano, "no interesante" y despejado, deben practicar ejercicios del mundo real. Esto significa que deben encontrar un lugar con relieve, con un poco de construcción, o una fachada para practicar la fotogrametría, el LIDAR, la termografía o la pericia. Este lugar también debe estar asegurado, se debe impedir el paso a personas ajenas, el propietario debe dar su consentimiento, no puede ser un lugar público. Coloca toda la seguridad como para el lugar del principiante, es obligatorio donde sea que trabajes.

### Elección del dron

Actualmente (abril 2024), la normativa europea permite el uso de cualquier dron para el aprendizaje, pero debería cambiar a C5 UAS si la categoría específica se convierte en obligatoria. Así pues, recomendamos disponer del dron más ligero posible para el inicio del aprendizaje, de clase C1. Es barato (de 500 a 1000€), ligero (de 250 a 500g) y vuela "como uno grande". En caso de pérdida de control, el peligro es bajo y su zona de vuelo no necesitará un gran colchón de seguridad.

Normalmente, la calidad de imagen de estos drones es suficiente para el aprendizaje de un proceso fotogramétrico. El modelo 3D final no será tan preciso como con una lente mejor, pero no es para uso profesional, y todas las funcionalidades como geolocalización, escalado o clasificación son posibles.

Para aprender a hacer fotografías profesionales también es correcto, ten en cuenta que un dron más grande será más estable y fácil de manejar gracias a sus sensores de proximidad horizontales.

Por supuesto será imposible practicar LIDAR por el momento, pero encontramos que existen cámaras térmicas para pequeños drones como el DJI mini 3 pro.

Si es necesario ir más lejos, o para LIDAR, o para prepararse a manejar un dron más grande entonces, en un segundo tiempo puedes volar en un dron más grande, clase objetivo C5 (o C6 para FPV). Con un C5 tienes la capacidad de corte y el paracaídas de seguridad que es muy cómodo para el aprendizaje y para evitar la rotura del equipo. Tendrás que definir tu zona de vuelo STS01, y declararla a las autoridades.

### Preparación - Trabajo administrativo que debe realizar el organismo de formación

En primer lugar, ten una conversación franca con el responsable del centro de formación, explícale claramente los riesgos y las medidas para contenerlos. Prepara un expediente con tus deseos de zona de vuelo, aula, tipo de dron que necesitas y nivel de conocimientos que pretendes para tus alumnos. Aprueba tus exámenes (ver más abajo) y sólo después de esto podrás decidir definitivamente sobre el curso de formación y el equipo que quieres aplicar. Hazte con tus drones y todas las herramientas necesarias (ver más arriba), y regístralos, obtén tu identificación y etiquétala en el dron. Ponte en contacto con un especialista para redactar un manual de operador (lo mejor es prepararlo tú mismo y finalizarlo sólo con el especialista). Prepara un cuaderno de bitácora, un cuaderno de mantenimiento, un formulario de misión de vuelo (ejemplo en los módulos D4V). Haz que tu jefe redacte una autorización para utilizar la zona de vuelo para la formación de pilotos.



**Exteriores** - Permisos de vuelo necesarios para instructores

Fórmate primero hasta el nivel de piloto A1/A2/A3

Si decides pasar al escenario de la categoría específica STS01, entonces aprueba el examen de piloto STS

. Como se ha dicho anteriormente, por el momento esta configuración no es obligatoria, pero debería convertirse en la nueva norma en un futuro próximo, así que, ¡prepárate!



Figura 20: Ejemplo de vuelo de un dron (generado por IA - Adobe Firefly)



## 4. Métodos de Enseñanza

### 4.1 Métodos de Enseñanza Tradicionales vs. Progresivos

La elección del método de enseñanza puede tener un impacto significativo en el éxito del aprendizaje. A continuación, se explican tanto los métodos de enseñanza tradicionales como los progresivos que se pueden usar en la capacitación para el uso de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) o drones.

La forma tradicional de enseñanza es generalmente la enseñanza frontal:

El maestro da una conferencia y los participantes actúan como oyentes. La comunicación es predominantemente unidimensional, pero se permiten y (a menudo) se fomentan las preguntas de los oyentes (alumnos). Por regla general, la enseñanza se centra en el maestro y tiene características objetivistas, lo cual puede ser útil en matemáticas, por ejemplo, o en muchos campos científicos (los resultados generalmente se reconocen, por ejemplo, las reglas formales y legales para volar un dron). Los métodos de aprendizaje constructivistas se centran más en el trabajo libre de los alumnos, la comunicación multidimensional y la discusión de los resultados (generalmente) abiertos.

Lo que la enseñanza tradicional tiene en común es que el contenido se transmite generalmente de manera temática y lingüística, y el aprendizaje se realiza en conjunto en un grupo de enseñanza (clase, grupo); los procesos de comunicación e interacción son controlados y coordinados por el maestro.

Desde un punto de vista didáctico, la enseñanza tradicional es adecuada para explicar contextos y problemas (desde la perspectiva del maestro), desarrollar nuevas áreas de conocimiento y consolidar y profundizar<sup>1</sup>. Además, generalmente es fácil para el maestro verificar el nivel de conocimiento y capacitación de los alumnos y mantener la calma, el orden y la disciplina. Sin embargo, existe el riesgo de tentar a los alumnos a la pasividad.

Con los métodos de aprendizaje progresivos, el rol del maestro cambia: debe crear un entorno de aprendizaje adecuado y alentar a los alumnos a aprender de manera independiente. Para promover la motivación (si los alumnos no están ya intrínsecamente motivados), los temas deben presentarse de manera única y tener una conexión con la realidad. Las lecciones en grupo (con los mismos o diferentes temas) son una forma de realizar esto. El contenido debe desarrollarse e internalizarse en gran medida de manera independiente (resolución de problemas independientes, responsabilidad personal para trabajar juntos). La comunicación es bidimensional: maestro-alumno y alumno-alumno. El maestro asume el rol de moderador.

Sin embargo, la comunicación no debe extenderse tanto que el resultado requerido o esperado quede en segundo plano. Se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

---

<sup>1</sup> Relevant for teaching the basics of modules 1 (drone regulation), 2 (flight planning), 6 (geolocation), 7 (photogrammetry) and 8 (thermography).

- Diseño y personalización del entorno de aprendizaje
- Observación de la atención y, si es necesario, motivación adicional
- Control de emociones y reacción a estallidos emocionales
- Manejo del fracaso

Los maestros también enfrentan la dificultad de evaluar el rendimiento individual de un alumno. Los resultados deben resumirse y reflexionarse al final del proceso de aprendizaje (retroalimentación).

Los alumnos a menudo se sienten abrumados por los métodos de aprendizaje progresivos; estos deben ser primero (cuidadosamente) aprendidos. Un requisito previo importante y esencial para los métodos de enseñanza abiertos es un conocimiento básico consolidado (instrucción) sobre el tema respectivo (por ejemplo, las reglas de la aerodinámica). Solo entonces se puede aplicar y desarrollar más el conocimiento (construcción). Idealmente, la instrucción y la construcción se complementan y el alumno ha desarrollado una estrategia de aprendizaje individual y un comportamiento metódico.

El e-learning (aprendizaje con medios digitales) es una forma especial de enseñanza y aprendizaje. Esto actualmente implica brindar apoyo educativo a individuos o grupos de aprendizaje utilizando medios basados en internet.

Aquí se distingue entre diferentes tipos:

- Aprendizaje autodirigido con contenido de aprendizaje preparado
- Aprendizaje supervisado en línea con medios de comunicación asincrónicos y sincrónicos
- Combinación de ambos, posiblemente como el llamado aprendizaje combinado, también con fases presenciales

Todos los métodos de enseñanza y aprendizaje mencionados anteriormente también son posibles en principio con el e-learning, pero el tiempo y el esfuerzo organizativo necesarios para la preparación y el seguimiento, así como para transmitir el contenido de aprendizaje, pueden ser mucho mayores que con la enseñanza presencial pura. Las evaluaciones del éxito también pueden consumir mucho tiempo.

Al enseñar conocimientos y habilidades relacionadas con el uso de drones, una mezcla de aprendizaje tradicional (enseñanza de lo básico) y aprendizaje abierto (estrategias para la implementación práctica del vuelo de drones, definición de objetivos y resultados, documentación de experiencias, directrices, etc.) puede ser ventajosa en muchos casos.

Aquí hay algunos ejemplos de posibles planes de lección:

**Módulo 1 - Regulación de drones:**

Comenzará con una conferencia sobre las regulaciones y leyes actuales (tradicional). Luego, se discuten estudios de caso en pequeños grupos (progresivo).

**Módulo 2 - Planificación y reporte de vuelos:**

Primero, se demuestra cómo se lleva a cabo la planificación de vuelos (tradicional). Luego, se pide a los alumnos que creen y presenten sus propios planes de vuelo (progresivo).

**Módulo 3 - Dinámica y mantenimiento de drones:**

Primero, se lleva a cabo una demostración de los procedimientos de mantenimiento (tradicional). Luego, los estudiantes trabajan en equipos en drones reales (progresivo).

**Módulo 4 - Simulador de vuelo:**

Los alumnos utilizan el simulador de manera individual para practicar habilidades específicas (tradicional). Luego, se inicia una actividad grupal en la que los alumnos deben trabajar juntos para cumplir una misión en el simulador (progresivo).

**Módulo 5 - Práctica de vuelo:**

Comienza con una demostración de un vuelo de dron (tradicional). Luego, los estudiantes realizan sus propios vuelos bajo supervisión (progresivo).

## 4.2 Adaptación a diferentes estilos de aprendizaje

El aprendizaje es un proceso que está influenciado por varios factores. El estilo de aprendizaje individual es un aspecto crucial que influye significativamente en la forma en que capturamos y almacenamos información. Estas preferencias individuales determinan cómo absorbemos y procesamos mejor el nuevo conocimiento.

El aprendizaje se lleva a cabo en varias etapas (transferencia de conocimientos básicos - conocimientos complementarios - trabajo en equipo - aplicación práctica) y varios caminos conducen al objetivo de aprendizaje.

El aprendizaje se produce a través de...

- Observar
- Escuchar
- Leer
- Reflexionar
- Probar
- Practicar
- Superar
- Fracasar
- Hacerlo uno mismo

Como regla general, se combinan dos o más métodos. Los resultados del aprendizaje se evalúan estadísticamente con relativa certeza:

- 20 % a través de solo escuchar
- 30 % solo mirando
- 50 % escuchando y mirando
- 70 % escuchando, mirando y con explicaciones adicionales (por ejemplo, después de preguntas y consultas)
- 90 % escuchando, mirando, explicando y haciéndolo uno mismo (aplicar)

Es difícil enseñar a un grupo heterogéneo con diferentes canales de percepción. Se hace una distinción (según Vester):

- Tipos de aprendizaje visual (aprendizaje con bocetos, gráficos, mapas mentales, codificación de colores, videos)
- Tipos de aprendizaje auditivo (aprendizaje a través de la escucha, audiolibros, podcasts)
- Tipos de aprendizaje comunicativo (aprendizaje a través del intercambio con otros, discusiones y explicaciones)
- Tipos de aprendizaje motor (aprendizaje a través de la experiencia háptica, modelos, juegos)

Casi ninguno de estos tipos de aprendizaje ocurre en forma pura; la mayoría de las personas son tipos mixtos. Cuantos más canales sensoriales se aborden, mayor será el éxito del aprendizaje.

El desarrollo adicional de este modelo describe los siguientes cuatro tipos de aprendizaje:

- **Aprendices "por qué" (35 % de todas las personas):** cuestiona la relevancia, necesita explicaciones plausibles y aprende mejor a través de la narración

- **Aprendices "qué" (20 % de todas las personas):** examina procedimientos, procesos, antecedentes, necesita estadísticas o estudios para probar o refutar declaraciones
- **Aprendices "cómo" (20 % de todas las personas):** prueba cosas e intenta ponerlas en práctica; necesita un alto nivel de relevancia práctica, poco interés en el trasfondo teórico
- **Aprendices "qué pasaría si" (25 % de todas las personas):** primero absorbe información, reflexiona y luego la prueba; a menudo emocional, necesita una perspectiva concreta sobre cómo aplicar lo que ha aprendido
- 

Las condiciones óptimas son un ambiente de aprendizaje positivo, respeto por la diversidad de estilos de aprendizaje y la promoción de las fortalezas individuales de cada alumno.

Los siguientes aspectos forman una base importante para esto:

**Individualidad:** Cada alumno es único. Es crucial reconocer y reconocer la diversidad de estilos de aprendizaje. Un enfoque único para todos no se ajusta a todos.

**Flexibilidad:** Los maestros y formadores deben ser flexibles y usar diferentes métodos de enseñanza. Una mezcla de enfoques visuales, auditivos, kinestésicos y escritos hace posible satisfacer las necesidades de todos los estudiantes.

**Conciencia:** Los educadores deben ser conscientes de que los estilos de aprendizaje pueden cambiar con el tiempo. Un estudiante que aprende visualmente puede aprender mejor más tarde a través de experiencias prácticas.

**Inclusión:** Los estilos de aprendizaje no deben verse como un obstáculo. En cambio, deben verse como una oportunidad para hacer las lecciones más inclusivas. Las adaptaciones individuales pueden ayudar a garantizar que todos los alumnos tengan éxito.

**Reflexión:** Los maestros deben reflexionar y adaptar regularmente sus métodos de enseñanza. La observación y la retroalimentación de los estudiantes son fuentes valiosas para mejorar la enseñanza.



## 4.3 Tecnología en el aula

La tecnología en el aula desempeña un papel decisivo en la capacitación de profesionales y debe atender principalmente a todos los tipos de alumnos descritos anteriormente. Además de un proyector de alta resolución o un monitor de pared grande, también debe haber disponible una pizarra para notas y bocetos adicionales. Esta última debe ser lo suficientemente grande como para permitir la realización de bocetos más complejos y que incluso los alumnos en las filas traseras puedan captar el contenido. Los ordenadores del maestro debe ser suficientemente potente así como la conexión a internet también debe ser segura y estable. En emergencias (fallo de energía, corte de electricidad), siempre debe estar disponible una instalación de escritura convencional (por ejemplo, pizarra o pizarra blanca). Desde un punto de vista pedagógico, hay varios aspectos que deben tenerse en cuenta:

### **Modelos, así como estaciones experimentales, de medición y prueba:**

Al estilo de un círculo de estaciones<sup>2</sup>, estas pueden ayudar a los alumnos no solo a aprender temas individuales, sino también a comprender mejor las interrelaciones a través de la participación activa.

### **Software y hardware de simulación:**

En el aula, los futuros pilotos de drones pueden recrear condiciones de vuelo realistas utilizando software y hardware de simulación. Esta tecnología permite a los alumnos practicar diversos escenarios de vuelo sin tener que usar drones reales. La simulación ayuda a aprender maniobras de vuelo, a manejar situaciones peligrosas y a mejorar el rendimiento del vuelo.

### **Plataformas de aprendizaje interactivo:**

Las plataformas de aprendizaje digital ofrecen a los alumnos la oportunidad de familiarizarse con el conocimiento teórico sobre drones. Estas plataformas pueden incluir videos, módulos interactivos, cuestionarios y estudios de caso. Los maestros pueden rastrear el progreso de los estudiantes y brindar apoyo individualizado.

### **Transmisión en vivo y acceso remoto:**

Las aulas modernas pueden estar equipadas con cámaras y tecnología de transmisión en vivo. Esto permite a los estudiantes seguir las demostraciones de vuelo en tiempo real, incluso si no están presentes físicamente. Los maestros pueden dar retroalimentación a los estudiantes y responder preguntas de forma remota.

### **Análisis y procesamiento de datos:**

El procesamiento de datos de vuelo es una parte importante de la formación de drones. En el aula, los alumnos pueden aprender a analizar datos de vuelo, identificar errores y hacer mejoras. La tecnología de procesamiento y análisis de datos, por lo tanto, debe incluirse en el plan de estudios.

### **Ética y seguridad:**

Los enfoques educativos también deben cubrir aspectos éticos y de seguridad. Los estudiantes necesitan entender cómo usar los drones de manera responsable y cumplir con las directrices de protección de datos. La tecnología puede ayudar a simular escenarios realistas en los que se deben tomar decisiones éticas.

---

<sup>2</sup> Importante para módulos 4 (simulador de vuelo), 5 (prácticas de vuelo), 9 (lidar) and 10 (Imágenes peritaje)

## 4.4 Tecnología para sesiones de e-learning

Para cualquier sesión de e-learning planificada, tiene sentido proporcionar ordenadores de sobremesa, portátiles o tabletas para los participantes. De esta manera, se puede explicar de manera dirigida el acceso y desarrollo (independiente) del contenido de aprendizaje. El proceso de enseñanza en línea también se puede probar y practicar (establecer y exigir reglas claras de comunicación y comportamiento!). El e-learning consta de varios elementos, por ejemplo, el autoaprendizaje apoyado por medios, la colaboración web entre los alumnos o la enseñanza conjunta en una sala de seminarios virtual.

Los medios de aprendizaje **pre-preparados** (por ejemplo, videos) permiten el aprendizaje autodirigido e independiente del tiempo. Sin embargo, se debe esperar una gran cantidad de tiempo para la creación y, sobre todo, el mantenimiento del contenido (regla: 20-50 horas de creación por 1 hora de contenido terminado, aún más para contenido muy exigente). Actualmente, hay muchas opciones disponibles para el aprendizaje colaborativo, como grupos de WhatsApp o Telegram u otros servicios profesionales. La formación de redes de aprendizaje puede ser fomentada por el maestro, pero los estudiantes suelen utilizar esta opción de forma independiente.

La sala de **seminarios virtuales** generalmente está sujeta a una tarifa, especialmente si se van a utilizar muchos canales de comunicación. Además de las videoconferencias de Teams de Microsoft o Connect de Adobe, también vale la pena mencionar **WebEx** y **Go2Meeting**. El rendimiento de cada sistema generalmente se puede probar por un tiempo limitado en versiones de prueba gratuitas. Esto puede llevar mucho tiempo, pero definitivamente se debe invertir para lograr buenos resultados.

Además de los sistemas de conferencias puras, el uso de programas adicionales puede ser útil dependiendo de los requisitos. Ejemplo: pizarras virtuales que permiten textos y bocetos manuscritos (con una tableta de lápiz). La experiencia ha demostrado que esto es más popular entre casi todos los estudiantes que ingresar texto usando un teclado. Los textos y bocetos se pueden guardar y enviar a los estudiantes si es necesario (pero cuidado: ¡esto no debe detener a los estudiantes de escribir o dibujar ellos mismos!).

Herramientas de **colaboración** integrales como Microsoft Teams o Google Workspace ofrecen una amplia gama de opciones para la colaboración intensiva o el intercambio dinámico. Una búsqueda en línea ciertamente proporcionará muchos resultados adecuados y se puede tomar una decisión individual.

Otra herramienta es el software de preguntas y respuestas, como **Mentimeter**. Permite la creación de preguntas y consultas, así como cuestionarios complejos con evaluación concreta. Esta herramienta (usada moderadamente) también goza de un alto nivel de aceptación en la práctica, ya que los estudiantes están inmediatamente activos y reciben retroalimentación directa. También hacen que las lecciones en línea sean más dinámicas. Los resultados de la encuesta se pueden exportar y poner a disposición de los estudiantes (opción para el mapeo y la repetición dirigida).

Es obvio que el maestro debe tener una amplia experiencia con las sesiones de e-learning y no solo ser competente en la tecnología, sino también poder apoyar al estudiante si es necesario. Además, deben tener un "plan B" listo para que los procesos de aprendizaje puedan continuar incluso en caso de fallos de red o sistema.

Sources:

Revised training materials from the "TeleCoach" course (TCI, 2008, Verlag ets didakta media); dlr.de; lubb.berlin-brandenburg.de

## 5. Colaboración y Comunicación

La colaboración y la comunicación en la enseñanza pueden tomar diversas formas. Este módulo identifica alguno de los métodos de colaboración y comunicación que pueden usarse para promover un ambiente de aprendizaje activo tanto para maestros como para alumnos en el programa Drones4VET. La siguiente sección incluye algunos de los tipos de (a) colaboración, (b) comunicación y (c) métodos de entrega que están disponibles para que los profesores/instructores entreguen este programa Erasmus+, que incluye contenido teórico y práctico del módulo.

### 5.1 Colaboración

Con respecto a los métodos de entrega sincrónicos y asincrónicos, hay una serie de métodos de colaboración disponibles tanto para profesores como para estudiantes, como se destaca en la Tabla.

Tabla 4: Métodos de Colaboración

Métodos de Colaboración		
Enfoque Sincrónico		Enfoque Asincrónico
Interacción Cara a Cara (F2F):	Colaboración en Línea (EN VIVO):	Aula Invertida (No EN VIVO):
<p><b>Clases Magistrales:</b> Clases tradicionales donde el maestro imparte conocimiento a los alumnos.</p> <p><b>Discusiones en Clase:</b> Sesiones interactivas donde los estudiantes pueden participar activamente, compartir ideas y hacer preguntas tanto para tareas individuales como en grupo.</p> <p><b>Pizarras Interactivas en Clase:</b> Pizarras interactivas como SMART o Promethean pueden usarse para escritura colaborativa, dibujo y resolución de problemas.</p>	<p><b>Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS):</b> Entrega de material en línea usando sistemas LMS como Canvas, Moodle, etc.</p> <p><b>Pizarras Blancas en Línea/Espacio de Trabajo Virtual:</b> Plataformas en línea como MIRO, donde los estudiantes pueden colaborar activamente con profesores o en un entorno basado en grupo usando pizarras virtuales en línea. Ver Figura 1 para detalles.</p> <p><b>Foros de debate:</b> Plataformas virtuales donde los alumnos pueden debatir temas, hacer preguntas y compartir recursos.</p> <p><b>Salas de chat:</b> Comunicación en tiempo real basada en texto para intercambios y debates rápidos.</p> <p><b>Videoconferencias:</b> Plataformas como Zoom o Microsoft Teams permiten interacciones de vídeo en directo, lo que permite una experiencia en línea más envolvente.</p>	<p><b>Conferencias pregrabadas:</b> Los maestros ofrecen conferencias grabadas para que los alumnos las vean antes de la clase, lo que deja tiempo en clase para debates y actividades. Normalmente, se utiliza un LMS u otro repositorio en línea para acceder al material. Los alumnos también pueden adoptar algunas de las estrategias de colaboración en línea para un enfoque asíncrono.</p>

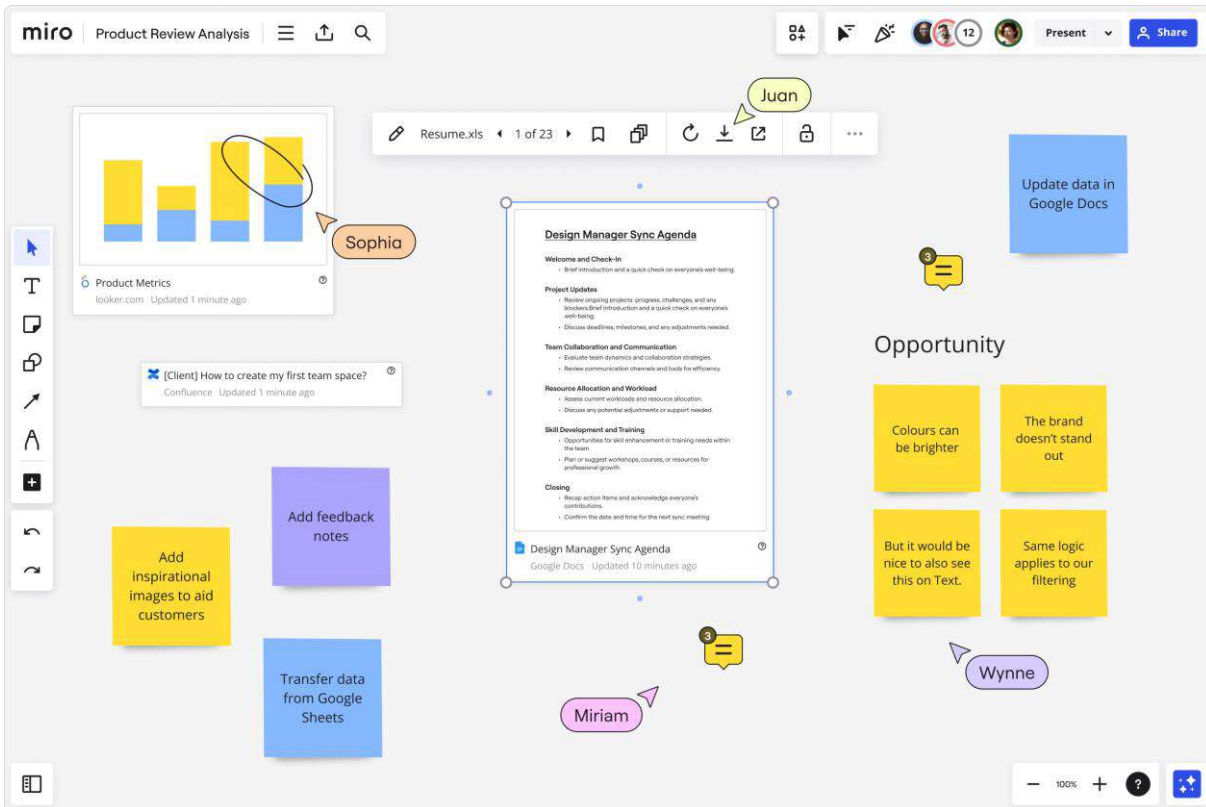


Figura 21: Ejemplo de la Herramienta de Colaboración en Línea Miro Miro | El Espacio de Trabajo Visual para la Innovación – Para actividades/tareas individuales o en grupo.



## 5.2 Comunicación:

Para permitir una colaboración eficiente y efectiva entre alumnos o entre alumnos y profesores/instructores, es necesario establecer métodos de comunicación adecuados. Esto es para permitir un intercambio de información eficiente entre las partes mencionadas. Los 3 principales tipos de comunicación en un entorno basado en el aula incluyen:

- Comunicación Verbal
- Comunicación No Verbal
- Comunicación Escrita

Con referencia a la entrega del programa sincrónico (F2F y en vivo) y asincrónico (no en vivo), la siguiente tabla destaca los métodos de comunicación típicos para cada tipo de entrega:

Tabla 5: Métodos/Herramientas de Comunicación por tipo de entrega del curso.

Métodos de Comunicación	Detalles	Tipos de Entrega		
		F2F	Online/Live	Pre-recorded
<b>Correo Electrónico</b>	Comunicación tradicional por correo electrónico para discusiones individuales o en grupo.	✓	✓	✓
<b>Tableros de Discusión</b>	Plataformas donde los estudiantes pueden publicar comentarios o preguntas a su conveniencia.	✓	✓	
<b>Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS)</b>	Una plataforma en línea que permite la entrega de cursos/módulos. Contiene una serie de funcionalidades como: reuniones en línea, compartir archivos/notas, anuncios, entregas de tareas y otros (ejemplos incluyen Canvas, Moodle, etc.)	✓	✓	✓
<b>Anuncios</b>	Los instructores pueden usar plataformas LMS para hacer anuncios y compartir información importante.	✓	✓	✓
<b>Compartición de Archivos</b>	Subida y compartición de materiales del curso, documentos y recursos.	✓	✓	✓
<b>Pizarras Interactivas</b>	Plataformas como SMART o Promethean pueden usarse para escritura colaborativa, dibujo y resolución de problemas.	✓	✓	
<b>Encuestas y Sondeos en Línea</b>	Herramientas como Poll Everywhere o Mentimeter pueden usarse para medir la comprensión y opiniones de los estudiantes.	✓	✓	✓
<b>Mecanismos de Retroalimentación</b>	Encuestas y Formularios de Retroalimentación: Recopilar opinión de los estudiantes para mejorar la experiencia de enseñanza y aprendizaje.	✓	✓	✓

## 5.3 Entrega de módulos



El aprendizaje combinado es un enfoque moderno de la enseñanza y en el que los profesores pueden aprovechar las ventajas de los diferentes estilos de enseñanza para impartir de la mejor manera posible el contenido que están enseñando. La siguiente tabla sugiere algunas de las estrategias de entrega recomendadas para cada módulo del programa Drones4VET.



Tabla 6: Método de impartición sugerido para los módulos de Drones4VET

No	Módulos	Entrega			
		F2F	en línea	Grabado	Entrega práctica
M1	REGULACIÓN DE DRONES	✓	✓	✓	X
M2	PLANIFICACIÓN DE VUELOS E INFORMES	✓	✓	✓	X
M3	DINÁMICA Y MANTENIMIENTO DE DRONES	✓	✓	✓	X
M4	SIMULADOR DE VUELO	✓	✓	✓	✓
M5	PRÁCTICAS DE VUELO	X	X	X	✓
M6	GEOLOCACIÓN	✓	✓	✓	✓
M7	FOTOGRAFÍA	✓	✓	✓	✓
M8	TERMOGRAFÍA	✓	✓	✓	✓
M9	LIDAR	✓	✓	✓	✓
M10	IMÁGENES PARA PERITAJE	✓	✓	✓	✓

# 6. Tecnología de hardware y software para Drones4VET

Tabla 7: Tecnología de hardware y software



No	Module Name	HARDWARE	SOFTWARE/APP	OTHERS INFORMATION OF INTEREST
1	REGULACIÓN DE DRONES 	<b>PC:</b> Intel® Core™ i3 Intel® HD 8 GB DDR5 512 GB SSD	<b>OPERATING SYSTEM:</b> Windows 11  Microsoft Office 2021  Adobe Acrobat	<b>WEBS:</b> <a href="https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/easy-access-rules-unmanned-aircraft-systems-regulations-eu">https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/easy-access-rules-unmanned-aircraft-systems-regulations-eu</a>  <a href="https://www.easa.europa.eu/es/light/topics/guide-drone-operators">https://www.easa.europa.eu/es/light/topics/guide-drone-operators</a>
2	PLANIFICACIÓN DE VUELOS E INFORMES 	Ordenador: igual que mod.1  Conexión a Internet  Control remoto del dron o simulador para ajustes.	Software básico: igual que mod.1  Software para visualizar el mando a distancia del dron en la pantalla.  Software para ver las pantallas de los alumnos desde la estación de trabajo del instructor para ver si están haciendo los ajustes correctos en su mando a distancia.	<b>WEBS:</b> Operations UAS/Drones – Open Category (Subcategories A1, A2 and A3) <a href="https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones-rpas/open-category-civil-drones">https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones-rpas/open-category-civil-drones</a>  <b>APPS:</b> <a href="https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-go-4">https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-go-4</a> <a href="https://mapper.ugcs.com/">https://mapper.ugcs.com/</a> <a href="https://www.pix4d.com/es/producto/pix4dcapture/">https://www.pix4d.com/es/producto/pix4dcapture/</a>




<p>3</p>	<p>DINÁMICA Y MANTENIMIENTO DE DRONES</p> 	<p>Ordenador: igual que mod.1</p> <p>Conexión a Internet</p> <p>Al menos un dron cuadricóptero para demostrar actitudes y componentes externos</p> <p>Si es posible, un modelo de avión "tradicional"</p> <p>Si es posible, un dron cuadricóptero desmontado para mostrar los componentes internos</p>	<p>Software básico: idem mod.1</p> <p>Si se selecciona localmente: software de mantenimiento de drones y grabación de vuelos</p> <p>Software que permita visualizar en pantalla el radiocontrol del dron.</p> <p>Software que permita ver las pantallas de los alumnos desde la estación de trabajo del instructor para ver si están haciendo los ajustes correctos en su control remoto y escribiendo los informes correctos en su cuaderno de vuelo.</p>	
<p>4</p>	<p>SIMULADOR DE VUELO</p> 	<p>ZEPHYR:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un ordenador que cumpla con los requisitos mínimos para ejecutar Zephyr (ver más abajo)</li> <li>- Un controlador o transmisor compatible con nuestro adaptador USB (si corresponde)</li> <li>- Una conexión a Internet</li> </ul> <p><a href="https://zephyr-sim.com/features/1">https://zephyr-sim.com/features/1</a></p> <p>REALFLIGHT:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema operativo: Windows Vista®, 7, 8.x, or 10</li> <li>- Procesador: Intel Pentium 1.0 GHz or equivalent</li> <li>- Graficos: 3D accelerated video card with 32 MB of dedicated video memory and full DirectX 9 support (Pixel Shader 2.0)</li> <li>- DISCO DURO: 3 GB</li> <li>- MEMORIA DEL SISTEMA: 512 MB RAM</li> </ul>	<p>ZEPHYR:</p> <p><a href="https://zephyr-sim.com/">https://zephyr-sim.com/</a></p> <p>REALFLIGHT:</p> <p><a href="https://www.realflight.com/rf-bs-updates.html">https://www.realflight.com/rf-bs-updates.html</a></p>	<p>ZEPHYR DEMO VERSION: <a href="https://zephyr-sim.com/individuals">https://zephyr-sim.com/individuals</a></p> <p>REALFLIGHT: <a href="https://www.realflight.com/">https://www.realflight.com/</a></p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación: Drive de DVD interno o externo (No hay posibilidad e bajárselo como alternativa a la instalación del disco DVD)</li> </ul> <p>Systema Óptimo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Procesador: CPU de doble núcleo a 2,4 GHz</li> <li>- Gráficos: Tarjeta de video acelerada 3D con 512 MB de memoria de video dedicada (Pixel Shader 3.0)</li> <li>- Memoria del sistema: 2 GB de RAM</li> <li>- Controlador InterLink Elite:</li> <li>- Puerto USB</li> <li>- Transmisor FM compatible o FM seleccionable (si se utiliza el modo de interfaz)</li> <li>- Los conectores del cable de interfaz del controlador InterLink Elite y el adaptador incluido son compatibles con los puertos de entrenamiento de la mayoría de los sistemas Futaba y de todos los sistemas JR, Spektrum y Tower Hobbies <a href="https://www.spektrumrc.com/support/">https://www.spektrumrc.com/support/</a></li> </ul> <p>PHOENIX R/C PRO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 256 MB de memoria del sistema (RAM)</li> <li>- 1,5 GB de espacio libre en el disco duro sin comprimir</li> <li>- ATI Radeon 9800/NVidia Geforce Ti4200 con al menos 128 MB de memoria o superior</li> </ul>	<p>PHOENIX R/C PRO <a href="https://phoenix-r-c-launcher.software.informer.com/5.0/">https://phoenix-r-c-launcher.software.informer.com/5.0/</a></p>	<p>PHOENIX R/C PRO <a href="https://www.rc-thoughts.com/phoenix-sim/">https://www.rc-thoughts.com/phoenix-sim/</a></p>
--	--	--	--	--



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Microsoft DirectX 9.0c o superior</li> </ul> <p>DJI FLIGHT SIMULATOR</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Requisitos mínimos del sistema: Procesador:</li> <li>- G4560; Gráficos: GTX 1050 Ti; Memoria: 16 GB de RAM; Disco duro: 80 GB libres</li> <li>- Requisitos recomendados del sistema: Procesador:</li> <li>- I5-6400; Gráficos: GTX 1060 o GTX 1070; Memoria: 16 GB de RAM; Disco duro: SSD + 80 GB gratis</li> <li>- Requisitos óptimos del sistema:</li> <li>- Procesador: i7-7700; Gráficos: GTX 1080 Ti; Memoria: 32 GB de RAM; Disco duro: SSD + 80 GB gratis</li> <li>- Controles remotos DJI</li> <li>- Utilice un cable USB para conectar el puerto Micro USB del mando a distancia al puerto USB del PC</li> </ul>	<p>DJI FLIGHT SIMULATOR</p> <p>Solo es compatible con el sistema operativo Win10 de 64 bits.</p> <p><a href="http://www.dji.com/es/downloads/products/simulator?site=brandsite&amp;from=insite_search">www.dji.com/es/downloads/products/simulator?site=brandsite&amp;from=insite_search</a></p>	<p>DJI FLIGHT SIMULATOR MANUAL DE USUARIO: <a href="https://dl.djiicdn.com/downloads/simulator/20200612/DJI_Flight_Simulator_User_Manual_v1.4_EN.pdf">https://dl.djiicdn.com/downloads/simulator/20200612/DJI_Flight_Simulator_User_Manual_v1.4_EN.pdf</a></p>
--	--	---	--	--

5	<p>PRÁCTICAS DE VUELO</p> 	<p>Ordenador: igual que mod.1</p> <p>Conexión a Internet</p> <p>Lugar de vuelo seguro, declarado, autorizado y sin obstáculos</p> <p>Entre 1 y 4 drones, en función del espacio disponible. Clase C1 para principiantes (tenga en cuenta que la normativa puede evolucionar hacia la clase C5 con fines didácticos).</p> <p>Muy ligero &lt;500g:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DJI mini</li> <li>• ATEL EVO NANO</li> <li>• PARROT ANAFI</li> </ul> <p>Ligero &lt;900g:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FIMI X8</li> <li>• ATEL EVO LITE</li> <li>• DJI MAVIC</li> </ul> <p>Lista no exhaustiva Conos de obra, señales y cinta de advertencia. Zonas de despegue</p>	<p>Procesador de texto para la hoja de misión, si es necesario</p> <p>Aplicaciones meteorológicas (previsión UAV...) o sitio web METAR-TAF (allmetsat.com...)</p>	<p><b>APP:</b></p> <p><a href="https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-go-4">https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-go-4</a></p> <p><a href="https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-fly">https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-fly</a></p> <p><a href="https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-pilot">https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-pilot</a></p>
6	<p>GEOLOCALIZACIÓN</p> 	<p>Ordenador: igual que mod.1</p> <p>Conexión a Internet</p> <p>Receptor GNSS (GPS) + módulo RTK con suscripción activa.</p> <p>Objetivos (dameros) sobre el terreno</p>	<p>Sitio web geodésico nacional</p>	

7	<p>FOTOGRAFÍA</p> 	<p>PC para cálculos 3D 16Go de memoria 1 a SSD con 100Go libres Tarjeta gráfica dedicada 8Go (posible sin, más lenta)</p> <p>Drone + cámara (16MPix, disparos programables, mejor con obturador mecánico)</p>	<p>Aplicación de vuelo programado para el drone DJI PILOT UGCS PIX4D CAPTURA PIX4D MAPPER</p> <p>Software de procesamiento fotogramétrico AGISOFT METASHAPE MESHROOM</p>	<p>APP: <a href="https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-pilot">https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-pilot</a> <a href="https://mapper.ugcs.com/">https://mapper.ugcs.com/</a> <a href="https://www.pix4d.com/es/producto/pix4dcapture/">https://www.pix4d.com/es/producto/pix4dcapture/</a> <a href="https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/115002439403-Software-download-and-installation-PIX4Dmapper">https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/115002439403-Software-download-and-installation-PIX4Dmapper</a> <a href="https://www.agisoft.com/">https://www.agisoft.com/</a> <a href="https://github.com/alicevision/Meshroom">https://github.com/alicevision/Meshroom</a></p>
8	<p>TERMOGRAFÍA</p> 	<p>Potente PC 16 GB de memoria 1TB SSD con 100GB de espacio libre Tarjeta gráfica dedicada de 8GB (posible sin, más lenta)</p> <p>Drone + cámara térmica</p>	<p>Software de análisis térmico en función de su cámara</p> <p>DJI Thermal Analysis Tool 3</p> <p>Flir</p>	<p>WEB: <a href="https://www.dji.com/es/downloads/software/dji-dtat3">https://www.dji.com/es/downloads/software/dji-dtat3</a> <a href="https://www.flir.es/products/flir-tools-app/?vertical=condition+monitoring&amp;segment=solutions">https://www.flir.es/products/flir-tools-app/?vertical=condition+monitoring&amp;segment=solutions</a></p>
9	<p>LIDAR</p> 	<p>PC para cálculos 3D 16 GB de memoria 1TB SSD con 100GB de espacio libre Tarjeta gráfica dedicada de 8 GB (es posible sin ella, pero más lenta)</p> <p>Drone capaz de llevar un sensor LiDAR Ejemplo DJI M350 RTK (C3) + DJI ZENMUSE L2 LIDAR</p>	<p>Software para procesar los datos LiDAR de su sensor</p> <p>Aplicación de vuelo programado para el dron DJI PILOT UGCS PIX4D CAPTURA PIX4D MAPPER</p>	<p>APP: <a href="https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-pil">https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-pil</a> <a href="https://mapper.ugcs.com/">https://mapper.ugcs.com/</a> <a href="https://www.pix4d.com/es/producto/pix4dcapture/">https://www.pix4d.com/es/producto/pix4dcapture/</a> <a href="https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/115002439403-Software-download-and-installation-PIX4Dmapper">https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/115002439403-Software-download-and-installation-PIX4Dmapper</a> <a href="https://www.agisoft.com/">https://www.agisoft.com/</a></p> <p>WEB: <a href="#">Matrice_350_RTK_User_Manual_v1.0_ENI.pdf (dji.com)</a> <a href="#">Zenmuse_L2_User_Manual_v1.0_ES.pdf (dji.com)</a> <a href="https://www.flyability.com/elios-3">https://www.flyability.com/elios-3</a></p>

10	<p>IMÁGENES PARA PERITAJE</p> 	<p>Potente PC 16 GB de memoria 1TB SSD con 100GB de espacio libre Tarjeta gráfica dedicada de 8GB (posible sin ella, más lenta)</p> <p>Drone + muy buena cámara, a ser posible con zoom de calidad Aplicación remota para drones</p>	<p>Software para fotos: Xnview (básico y gratuito) Photoshop</p>	
----	---	--	--	--

## 7. Evaluación y retroalimentación para una enseñanza eficaz

La evaluación y la retroalimentación son componentes integrales de cualquier curso de enseñanza exitoso, desempeñando un papel crucial en la medición de la comprensión del material por parte de los estudiantes y fomentando la mejora continua. En este módulo, exploraremos algunas de las herramientas de evaluación primarias y otras opcionales, como se destaca en la Figura 1, que se pueden adoptar para evaluar la enseñanza y el aprendizaje en el programa Drone4VET. También se analiza la importancia de la retroalimentación constructiva para mejorar los resultados del aprendizaje.

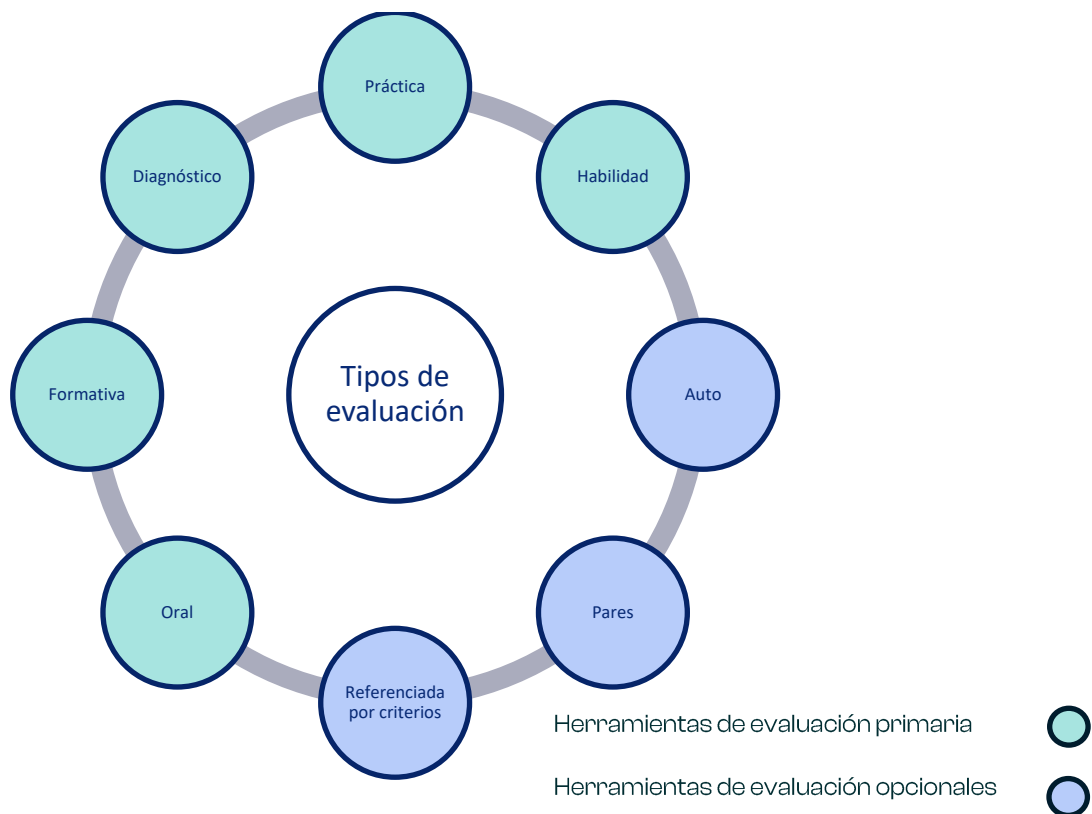


Figura 22 Tipos de evaluación



## 7.1 Diferentes tipos de evaluaciones para valorar el aprendizaje:

- La evaluación **práctica** se basa en actividades prácticas destinadas a evaluar y observar las habilidades prácticas y el comportamiento de los alumnos.
- La evaluación de **diagnóstico** es un tipo de evaluación para comprobar la base de conocimientos actual de un estudiante. Suele consistir en una serie de preguntas que se formulan al inicio de una clase o sesión de formación para identificar los puntos fuertes y débiles del alumno antes de que empiece a aprender.  
Ejemplos: diarios, cuestionarios/pruebas, conferencias/entrevistas, carteles, tareas de rendimiento, mapas mentales, cierre de lagunas, encuestas a los estudiantes
- Evaluaciones formativas: Estas evaluaciones continuas permiten a los instructores supervisar el progreso y la comprensión de los estudiantes durante el curso. Algunos ejemplos son cuestionarios, encuestas y tareas cortas.
- Evaluaciones sumativas: Estas evaluaciones se llevan a cabo al final de un período de aprendizaje para evaluar la comprensión general. Algunos ejemplos son los exámenes finales, los proyectos o las pruebas globales.
- Evaluación de destrezas: para medir la capacidad de los estudiantes para realizar determinadas tareas, la evaluación de destrezas es el tipo preferido. Puede formar parte de una evaluación práctica.
- Evaluación oral: evaluación de los conocimientos adquiridos por un estudiante de forma oral.
- Evaluación referida a criterios: evaluación de los conocimientos de un alumno basada en criterios y normas predeterminados.
- Evaluación referida a normas o evaluaciones entre compañeros: Los estudiantes evalúan el trabajo de sus compañeros, fomentando la colaboración y aportando valiosas ideas desde diferentes perspectivas.
- Autoevaluación: Animar a los estudiantes a reflexionar sobre su propio aprendizaje fomenta el sentido de la responsabilidad y les ayuda a identificar áreas de mejora.

La siguiente tabla muestra los tipos de evaluación sugeridos para los módulos de Drones4VET:

Tabla 8: Evaluación sugerida para los módulos

Módulo Drones4VET y evaluaciones sugeridas										
Tipo de evaluación	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Práctica	X	✓	X	✓	✓	X	X	X	X	X
Diagnóstico	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Formativa	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Sumativa	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Habilidad	X	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓
Oral	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Con referencia a criterios	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Referenciado a normas	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Autoevaluación	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓

\*M1 – Drone Regulations, M2 – Flight planning and reporting, M3 – Drone Dynamics and maintenance, M4 – Flight simulator, M5 – Flight Practice, M6 – Geolocation, M7 – Photogrammetry, M8 – Thermography, M9 – LIDAR, M10 – Pictures for expertise

LEGEND:

✓	Sugerido
X	no aconsejable
✓	Opcional

Con respecto a la entrega F2F y en línea, la siguiente tabla describe cómo puede llevarse a cabo la evaluación formativa (la técnica de evaluación más comúnmente adoptada) tanto para tareas individuales como en grupo,

Tabla 9: Tipos de tareas y herramientas para la colaboración F2F y en línea

Tipos de tareas y herramientas para la colaboración F2F y en línea		
Tipo de evaluación	Enfoque	Herramientas de colaboración y comunicación
<b>Evaluaciones formativas y sumativas / Tarea individual:</b>	Este tipo de evaluación la lleva a cabo un estudiante individual, por lo que la colaboración se reduce al mínimo, a menos que los estudiantes decidan llevarla a cabo de forma paralela, en la que el grupo de estudiantes trabaja conjuntamente pero las entregas son individuales.	Si los alumnos trabajan de forma paralela el planteamiento puede ser el siguiente como proyecto de grupo.
<b>Evaluaciones formativas / Proyectos en grupo</b>	Tareas colaborativas: Tareas que requieren que los estudiantes trabajen juntos, promoviendo el trabajo en equipo y la responsabilidad compartida. Revisión entre iguales: Los estudiantes revisan y proporcionan comentarios sobre el trabajo de los demás, fomentando un entorno de aprendizaje colaborativo.	Grupos en redes sociales: Creación de grupos específicos en plataformas como Facebook o LinkedIn para debates en clase e intercambio de recursos. Blogs: Los estudiantes pueden crear y compartir blogs para expresar sus pensamientos, experiencias y puntos de vista relacionados con el curso.

## 7.2 Feedback y mejora

Una retroalimentación eficaz es la piedra angular del proceso de aprendizaje. No sólo informa a los alumnos sobre su rendimiento, sino que también les orienta hacia la mejora. En esta sección, nos centraremos en los siguientes aspectos:

- **Retroalimentación oportuna:** Proporcionar retroalimentación oportuna permite a los estudiantes abordar los conceptos erróneos y hacer las correcciones necesarias de manera oportuna.
- **Crítica constructiva:** La retroalimentación debe ser constructiva, destacando tanto los puntos fuertes como las áreas de mejora. Una retroalimentación específica y práctica orienta a los estudiantes hacia la mejora de sus habilidades.
- **Mecanismos de retroalimentación:** Explore varias herramientas y métodos para dar retroalimentación, como comentarios escritos, retroalimentación verbal o plataformas digitales.
- **Feedback para motivar:** El refuerzo positivo y el reconocimiento de los logros contribuyen a la motivación y el compromiso de los estudiantes.

# Directorios

## Figuras

Figura 1: Entrenador con dron de ejemplo (generado por IA - Adobe Firefly).....	3
Figura 2: Daños típicos en fachadas ( <a href="https://www.zukunft-bau.at/bauschadensberichte">https://www.zukunft-bau.at/bauschadensberichte</a> ).....	13
Figura 3: Daños típicos en tejados ( <a href="http://www.bauder.at">www.bauder.at</a> / <a href="http://www.hausjournal.at">www.hausjournal.at</a> ).....	13
Figura 4: Sitio web de la AESA - la página "drones y movilidad aérea" está bien para empezar y luego ir a los diferentes temas (EASA) .....	15
Figura 5: <a href="https://es.allmetsat.com">https://es.allmetsat.com</a> Esta página web muestra el METAR y TAF - para toda Europa y en diferentes lenguas.....	16
Figura 6: app: "Aviation Weather".....	16
Figura 7: Aplicación Android: "Estado GPS" elige la página de sensores, muestra todos tus sensores activos con sus valores. los alumnos pueden entender qué es un acelerómetro por ejemplo .....	17
Figura 8: programación de la app en una emisora. No dude en establecer valores bajos al principio (Parrot).....	18
Figura 9: Pantalla "Estado del GPS" de la aplicación Android.....	18
Figura 10: blanco en tierra con número (LePont.com).....	19
Figura 11: una piel de naranja ayuda a demostrar que es difícil aplanar una esfera.....	19
Figura 12: Proyección UTM del globo terráqueo sobre un cilindro.....	19
Figura 13: distorsión de la distancia debida a la proyección (France 3 "C'est pas sorcier").....	20
Figura 14: Maqueta Polycam de la maqueta real de una arquitecta (Julie Lequeux-Audran) sobre una mesa en el aula (extracto del vídeo que se puede generar).....	21
Figura 15: zona delimitada en el patio de un colegio para drones certificados C1 de 420 g de peso. La zona de vuelo del dron está alrededor de los conos con una varilla. Los alumnos están a la derecha, en la sombra y mirando en dirección contraria al sol.....	24
Figura 16: la banda de seguridad es lo mejor ( <a href="http://virages.com">virages.com</a> ).....	24
Figura 17: STSO1 volumes (EASA).....	25
Figura 18: Piloto de dron en una zona protegida con chaleco de seguridad (Instadrone & Lycée Dhuoda).....	26
Figura 19: pista de aterrizaje de drones ( <a href="http://geomasures.fr">geomasures.fr</a> ).....	26
Figura 20: Ejemplo de vuelo de un dron (generado por IA - Adobe Firefly).....	28
Figura 21: Ejemplo de la Herramienta de Colaboración en Línea Miro Miro   El Espacio de Trabajo Visual para la Innovación - Para actividades/tareas individuales o en grupo.....	38
Figura 22: Tipos de evaluación .....	48

## Tablas

Tabla 1: Resumen de los módulos.....	5
Tabla 2: Módulos y aprendizaje.....	6
Tabla 3: Ejemplo de estructura de un programa .....	12
Tabla 4: Métodos de Colaboración.....	37
Tabla 5: Métodos/Herramientas de Comunicación por tipo de entrega del curso.....	39
Tabla 6: Método de impartición sugerido para los módulos de Drones4VET .....	40
Tabla 7: Tecnología de hardware y software.....	41
Tabla 8: Evaluación sugerida para los módulos.....	50
Tabla 9: Tipos de tareas y herramientas para la colaboración F2F y en línea.....	50

# Apéndice

## Propio Plantillas y herramientas