DRONES4VET

Co-funded by the European Union

MÓDULO 05

PROGRAMA DE FORMACIÓN

PRÁCTICA DE VUELO

Comunidad de Madrid – Dirección General de Formación – CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, HACIENDA Y EMPLEO

DEX – Desarrollo de Estrategias Exteriores

CAMPUS DES MÉTIERS ET DES QUALIFICATIONS D'EXCELLENCE – Habitat, énergies renouvelables et éco-construction – Occitanie

MTU – Ollscoil Teicneolaíochta na Mumhan – Munster Technological University

BZB – Bildungszentren des Baugewerbes e.V.

fh KufsteinTirol – UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

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.

Índice

1. Objetivos del módulo 5
2. Preparación del vuelo 6
3. Precauciones generales 7
3.1 Zona de aprendizaje 7
3.2 Ajustes de vuelo 8
3.3 Ejemplo de zona segura de evolución de drones 9
4. Ejercicios básicos : emisora de radio 11
4.1 Pantalla de la emisora 11
4.2 Vuelo unidireccional 12
4.3 Vuelo combinado 15
Stick derecho 15
Stick izquierdo 15
Círculo de dos sticks 16
Pendiente de dos sticks 16
Dos sticks en espiral "como un avión" 17
5. Control de vuelo : hacer un circuito 18
5.1 Ejercicios generales 18
Siguiendo los lados: 19
Laterales y centro : formar un "8" 20
5.2 Ejercicios de uso de la cámara 21
Maniobrar la cámara en solitario 21
Maniobra de 360° alrededor de un punto 21
Maniobra de punto de interés 22
6. Vuelo técnico : para edificación e ingeniería civil 24
6.1 Inspección de fachadas: fotogrametría, Lidar o termografía 24
Disparo automático de fotos: 27
6.2 Fotogrametría horizontal: 28
6.3 Estudio de edificios o volúmenes: vuelo circular 29
6.4 Supervisión de estructuras, peritaje, termografía y modelado 30

DRONES4VET: participantes y autores del proyecto Erasmus+

Equipo CMQE HEREC Occitania Francia:
Régis Lequeux – profesor e ingeniero en ingeniería civil, Lycée Dhuoda, Nîmes – coordinador de los 10 módulos
Nicolas Privat - profesor e ingeniero en ingeniería civil, Lycée Dhuoda, Nîmes
Eric Remola – profesor de ingeniería civil, Lycée Dhuoda, Nîmes
Nicolas Vassart - profesor y doctor en ingeniería civil, Lycée Dhuoda, Nîmes
Valerie Poplin - Directora ejecutiva de CMQE

Equipo MTU Irlanda:
Sean Carroll, profesor, ingeniero civil
Michal Otreba Inz, profesor, ingeniero civil
coordinadores de "Sesiones de Nivelación y Seguimiento para formadores"

Universidad de Ciencias aplicadas. Kufstein Tirol. Austria
Emanuel Stocker, Profesor universitario en gestión de instalaciones y bienes raíces. Coordinador del manual.
Sarah Plank, Controlador de Investigación y Desarrollo

Equipo CRN Paracuellos (DG de Formación. Comunidad de Madrid) España.
Promotores del proyecto
José Manuel García del Cid Summers, Director
Daniel Sanz, director de Dron-Arena
Santos Vera, técnico
Jorge Gómez Sal, jefe de la unidad técnica
Fernando Gutiérrez Justo. Coordinador Erasmus

BZB Düsseldorf. Alemania
Frank Bertelmann-Angenendt, director de proyecto
Markus Schilaski, director de proyecto

DEX. España
Ainhoa Pérez
Ignacio Gómez Argüelles
Diego Díaz Mori
Yvan Corbat

1. Objetivos del módulo

Este módulo te permite tomar el control del dron desde un nivel de principiante hasta un primer paso que te permite volar en la categoría abierta subcategoría A2 donde se debe realizar un curso práctico de vuelo autodidacta.

Se propone una zona de vuelo segura, y todos los ejercicios tienen lugar en esta zona.

Los vuelos tienen un carácter especificamente práctico, cuyo objetivo es la toma de fotografías para:

- Fotogrametría
- Experiencia en construcciones
- Termografía
- Lidar

NB: El módulo está escrito para un profesor que explica a sus alumnos, pero un alumno también puede practicar solo siguiendo el módulo.

2. Preparación del vuelo

Consulte el módulo 2: PLANIFICACIÓN DEL VUELO E INFORMES para preparar el vuelo, especialmente la lista de comprobación y rellenar la "hoja de misión del dron" con los alumnos.

Rellene sus diarios de vuelo y enséñeles cómo notificar un eventual incidente.

Consulte la parte "mantenimiento" del módulo 3: DINÁMICA Y MANTENIMIENTO DE DRONES para una preparación técnica más profunda.

Consideramos que es imprescindible que los estudiantes se registren en la web nacional correspondiente (AESA) y superen el examen online "categoría abierta A1/A3". Es muy fácil de hacer y además permite al alumno comprobar que ha aprendido las reglas básicas y volar legalmente.

Sería un error ir directamente al campo y comenzar los ejercicios descritos a continuación sin dar a los alumnos buenos hábitos aeronáuticos.

3. Precauciones generales

3.1 Zona de aprendizaje

La zona debe estar prohibida a cualquier persona externa, nos situamos en la medida de lo posible en categoría A3, a 150m de personas y casas externas. Un terreno privado es indispensable, ningún vuelo de aprendizaje sobre terreno de dominio público. La autorización del propietario es, por supuesto, necesaria.

Si esto no es posible, podemos utilizar una zona suficientemente despejada y amplia de la escuela, acotada contra la intrusión, estamos en una unidad de formación y por tanto cubierta por el seguro para actividades relacionadas con la enseñanza. El vuelo será entonces en la subcategoría A1, los drones utilizados no podrán superar los 900g y estar certificados C1.

Es preferible que en esta zona el GPS esté bien conectado.

En particular, con los drones pequeños también es posible realizar los primeros vuelos en un gimnasio, cerrado a cualquier persona ajena. Esta es la solución ideal para el primer vuelo manual de drones , ya que no se aplican reglas, vuelas como quieres. ATENCION: el GPS no funciona o no funciona bien, hay que desactivarlo para evitar cualquier problema, si es posible.

3.2 Ajustes de vuelo

La configuración del dron para el vuelo ha sido realizada por el profesor con antelación y sólo se modificará una vez finalizados con éxito los primeros ejercicios.

Ejemplo de ajustes de aprendizaje para un Parrot ANAFI

- Modo 2 para joysticks (izquierda=arriba/abajo y rotación; derecha=adelante/atrás y traslación derecha/izquierda), clásico por defecto.
- Reactividad global 50%.
- Giro inclinado: SÍ
- Inclinación máxima del dron 8°, por lo que la velocidad horizontal no es demasiado rápida.
- Velocidad vertical 1 m/s
- Velocidad de rotación 50°/s
- Despegue rodante : NO
- Altitud de flotación 2 m (al aire libre), 1 m (en interiores si se trata de un gimnasio o un aula)
- Vuelo manual
- Modo película (el modo más lento, "tortuga" dibujado en el panel de control de Anafi)
- Geo-jaula: establece una altura máxima (20m es correcto para aprender y evitar mala visibilidad) y una distancia máxima desde la posición de despegue (dependiendo de tus ejercicios, pero recomendamos 30m por seguridad al principio).

3.3 Ejemplo de zona segura de evolución de drones

Experimentamos este tipo de posicionamiento para un grupo de 9 alumnos.

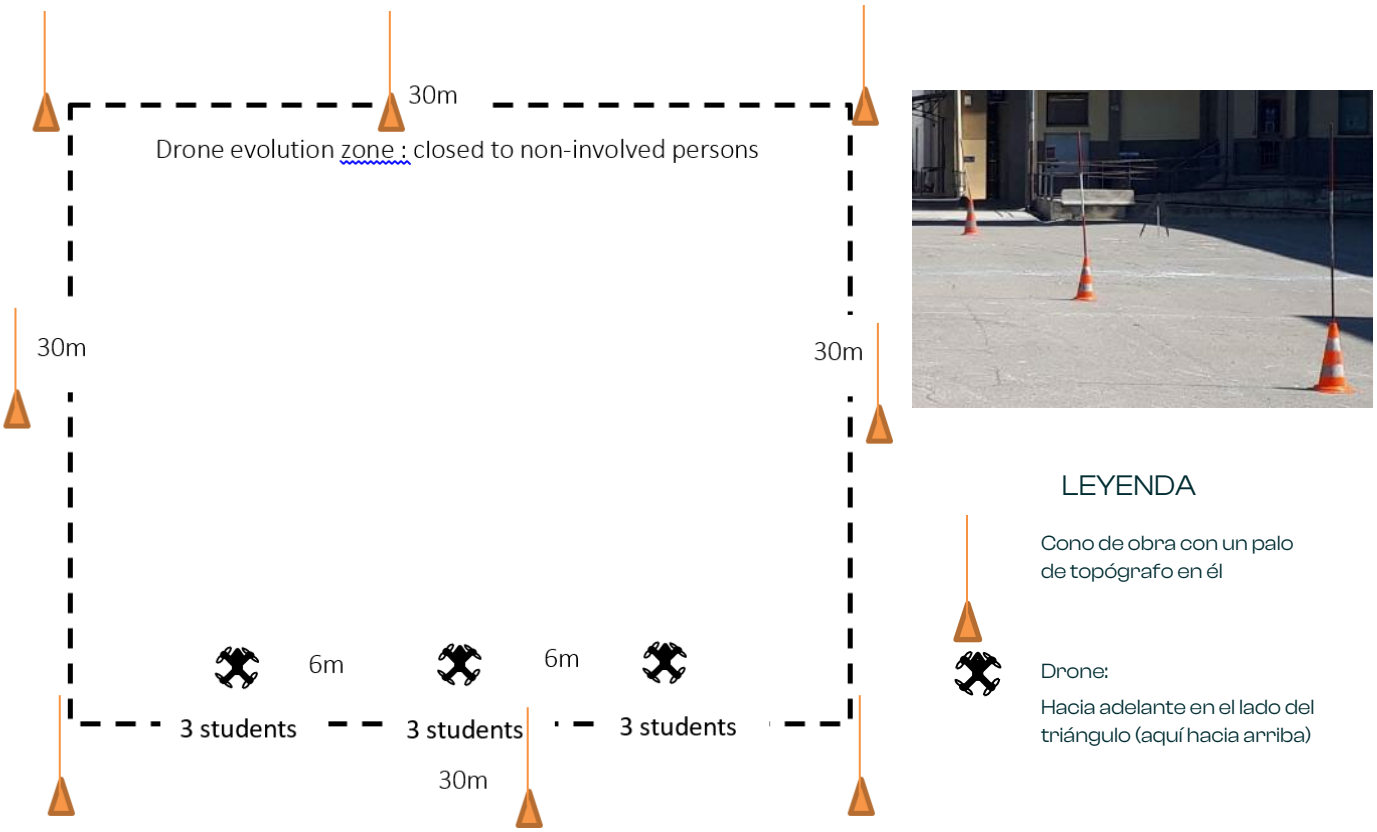


Figura 3-1 Ejemplo de zona de vuelo

El profesor está detrás de sus pilotos, los drones están delante de los pilotos, LA PARTE TRASERA DEL DRON SIMEPRE MIRANDO AL PILOTO durante el despegue y el aterrizaje.

En este contexto, se pueden volar simultáneamente un máximo de 3 pequeños drones, es necesaria una separación de 5 a 7 m entre los drones, y cada alumno-piloto está supervisado por un compañero, con el profesor en el centro. Cada zona de despegue está señalizada.

Altura : cada piloto tiene una altura asignada previamente cuando todos los drones estén en vuelo simultaneamente.

Profesor: el profesor debe estar preparado para gritar "¡ **STOP**!" en caso de peligro, y debe explicar primero a sus alumnos que significa **retirar los dedos de los joysticks**: el dron se detiene inmediatamente quedandose de manera estática en el aire.

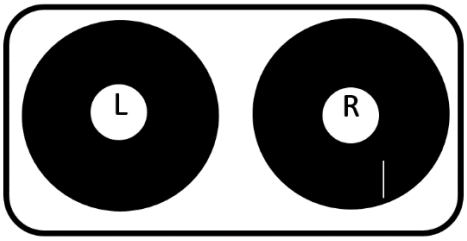


Figura 3-2 imagen del controlador del dron

4. Ejercicios básicos : emisora de radio

4.1 Pantalla de la emisora

Encender los drones en tierra

Revise las indicaciones de la pantalla del mando a distancia:

- Visualización de la cámara
- Visualización de mapas
- Altura
- Distancia desde el punto de despegue
- Velocidad horizontal
- Carga de la batería del dron / emisora
- GPS con buena recepción
- WIFI con buena recepción
- Inclinación de la cámara
- Ajustes de la cámara / disparo

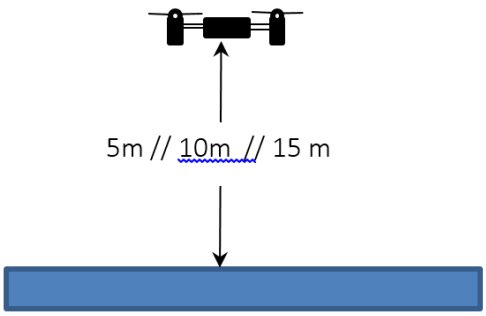
4.2 Vuelo unidireccional

Estos ejercicios permiten el entrenamiento individual de cada stick de la emisora.

En la instrucción, todos los alumnos realizan las maniobras al mismo tiempo:

> ***RECORDATORIO DEL PROFESOR: Si el profesor grita "STOP", significa que hay que levantar los dedos de los joysticks: el dron se para en el mismo momento sin moverse.***

Despegue pulsando el botón indicado, uno tras otro, y vuelo mantenerlo en vuelo estacionario.



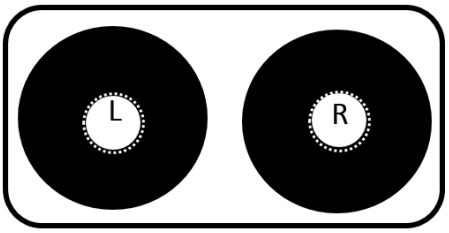


Figura 4-1 despegue y vuelo estacionario

Stick derecho : traslación horizontal

- Movimientos a la izquierda y a la derecha del punto de despegue a unos 10 m y vuelo estacionario

Figura 4-2 traslación horizontal: lateral

- De vuelta al centro, por encima de la zona de despegue
- Movimiento hacia delante y hacia atrás a 15 m

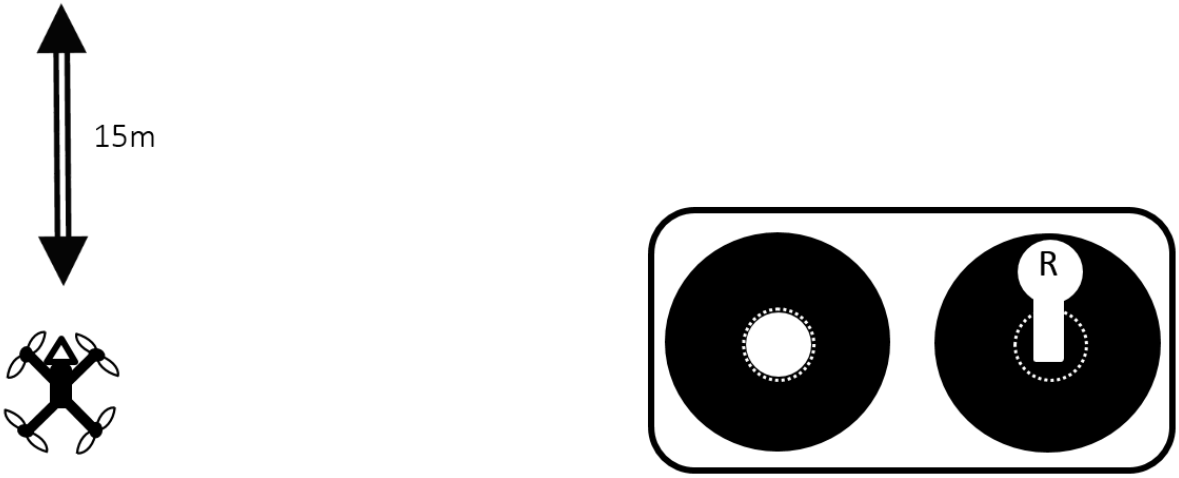
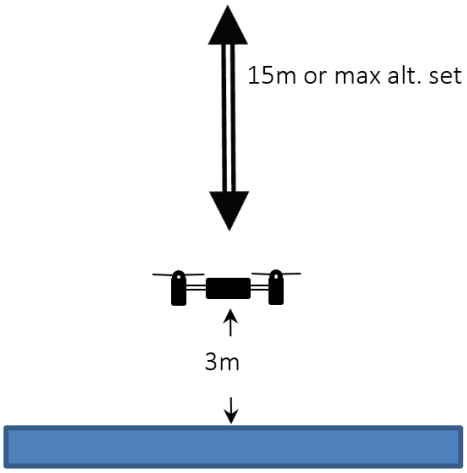


Figura 4-3 traslación horizontal: adelante/atrás

- Volver al centro, por encima de la zona de despegue

Stick Izquierdo; movimiento en eje vertical y rotación.

- Arriba, parada a la altitud máxima programada y abajo, parada a 3m



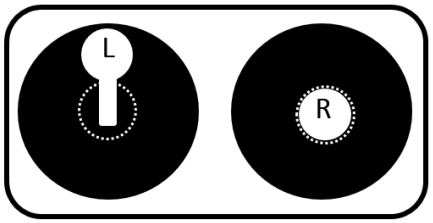


Figura 4-4 traslación vertical

- Rotación hacia la derecha y hacia la izquierda

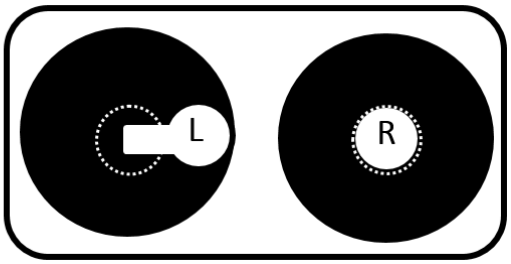


Figura 4-5 rotación in situ

Repite todas las maniobras **LENTAMENTE**: controla la sensibilidad de los sticks

4.3 Vuelo combinado

Centro por encima de la zona de despegue

Stick derecho

- Delantero izquierdo: vuelo **diagonal** hacia delante
- Hacia la derecha en traslación y hacia atrás: vuelo diagonal hacia atrás
- Otra dirección

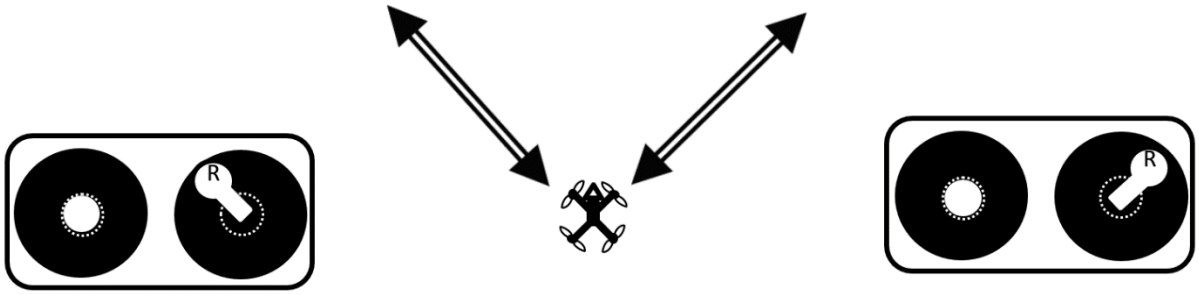


Figura 4-6 traslación diagonal

Círculos : mueve el stick de un lado a otro, el dron siempre apuntando en la misma dirección

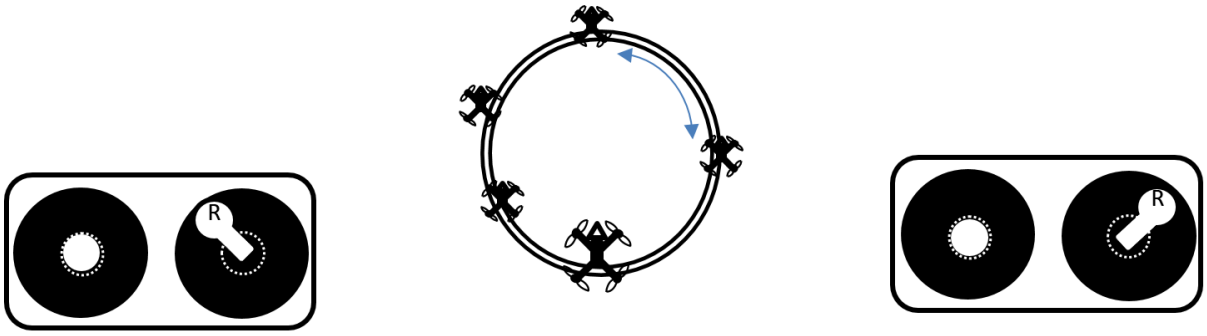


Figura 4-7 círculo horizontal

Stick izquierdo

- Arriba y a la derecha: **subir y girar** sobre sí mismo
- Abajo y girar a la derecha

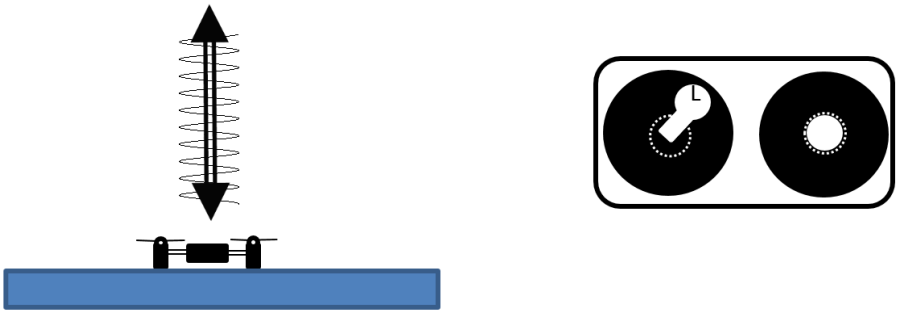


Figura 4-8 vertical y rotación

Círculo de dos sticks

Cada alumno realiza primero la maniobra individualmente, asegurándose de controlar la velocidad del movimiento

- Giro hacia delante y hacia la derecha: **arco hacia la derecha, volar "como un avión"** ATENCIÓN: el alumno debe hacer un giro completo y controlar el radio no yendo demasiado rápido y volver a la posición sobre la zona de despegue. **¡¡DESPACIO !!**
- **El avión no tripulado está apuntando hacia adelante**

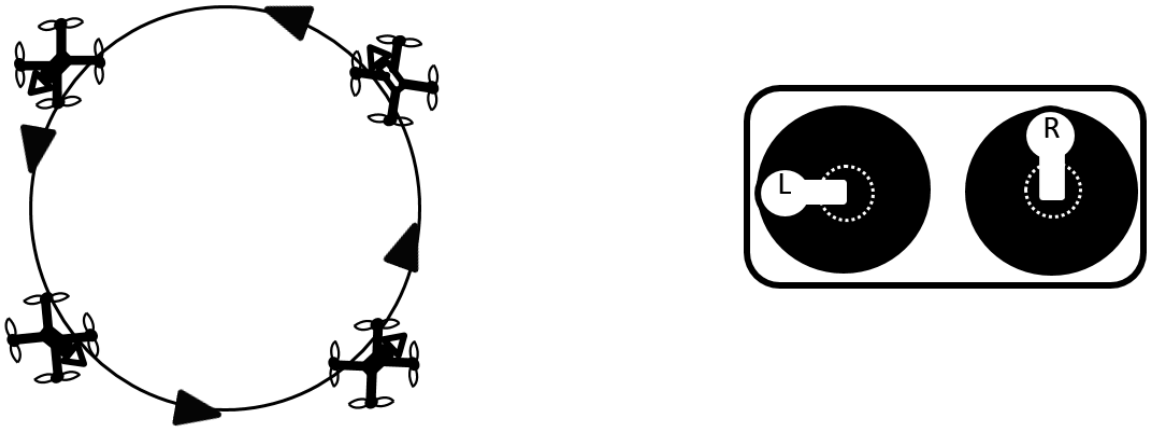


Figura 4-9 círculo "como un avión

Repetir en la otra dirección

Pendiente de dos sticks

- Adelante y arriba, atrás y abajo

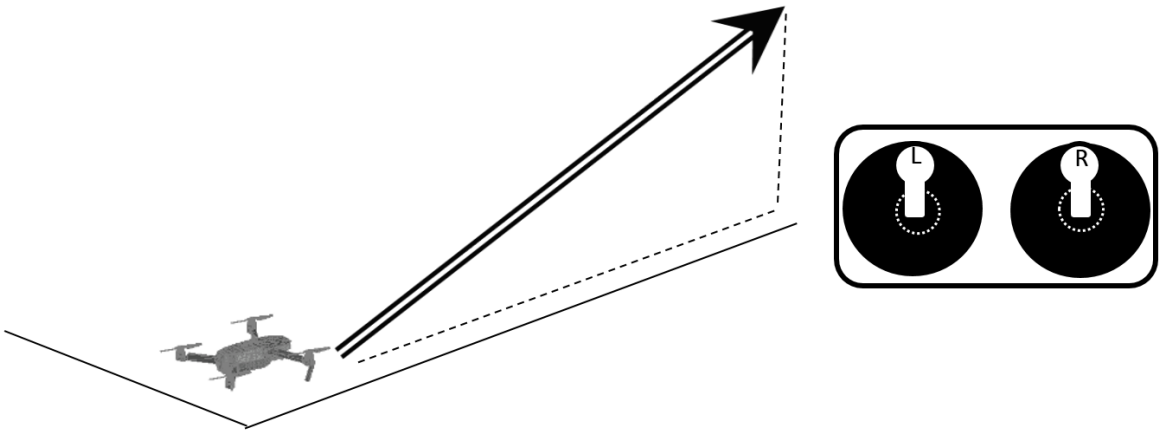
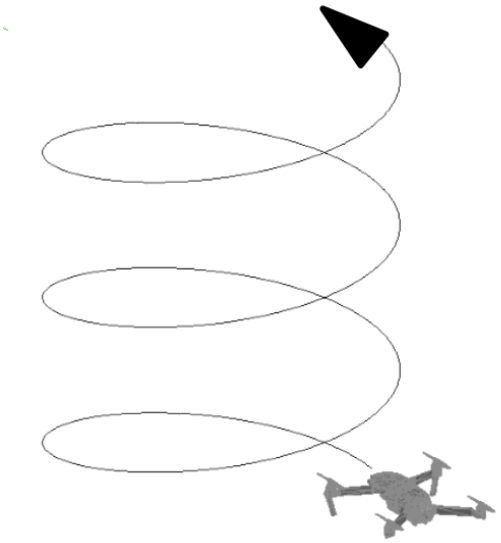


Figura 4-10 pendiente

Dos sticks en espiral "como un avión"

- Hacia delante y hacia arriba y rotación: espiral ascendente "como un avión"



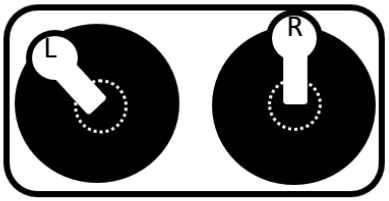


Figura 4-11 espiral

- Avance y rotación y descenso: espiral descendente "como un avión"
- Otra dirección

IMPORTANTE: debes mostrar la diferencia en la reactividad del dron cambiando los siguientes parámetros:

- Inclinación: cuanta más inclinación permita, más rápido irá en traslación (adelante/atrás y derecha/izquierda) 15° parece un máximo al principio, y en cualquier caso para nuestra actividad profesional
- Rotación sobre sí mismo: ir hacia 70 a 90°/s es una velocidad bastante rápida
- Velocidad vertical 3m/s es bastante rápido
- Pruebe la diferencia y encuentre su propia configuración.
- Es importante insistir en el control de la velocidad: despacio al principio

5. Control de vuelo : hacer un circuito

5.1 Ejercicios generales

Estos ejercicios no están específicamente dedicados al trabajo en la construcción o la ingeniería civil, sino que permiten adquirir un dominio general de los sticks de la emisora. Requieren colocar marcadores en el suelo: lo mejor son los conos con un palo marcador de topógrafo (visible y alto)....

Estos ejercicios no están dedicados específicamente a los trabajos de construcción o ingeniería civil pero permiten al estudiante adquirir un dominio general de los sticks de la emisora. Los ejercicios requieren que el instructor coloque marcadores en el suelo: lo mejor son conos con un palo marcador (visible y alto).

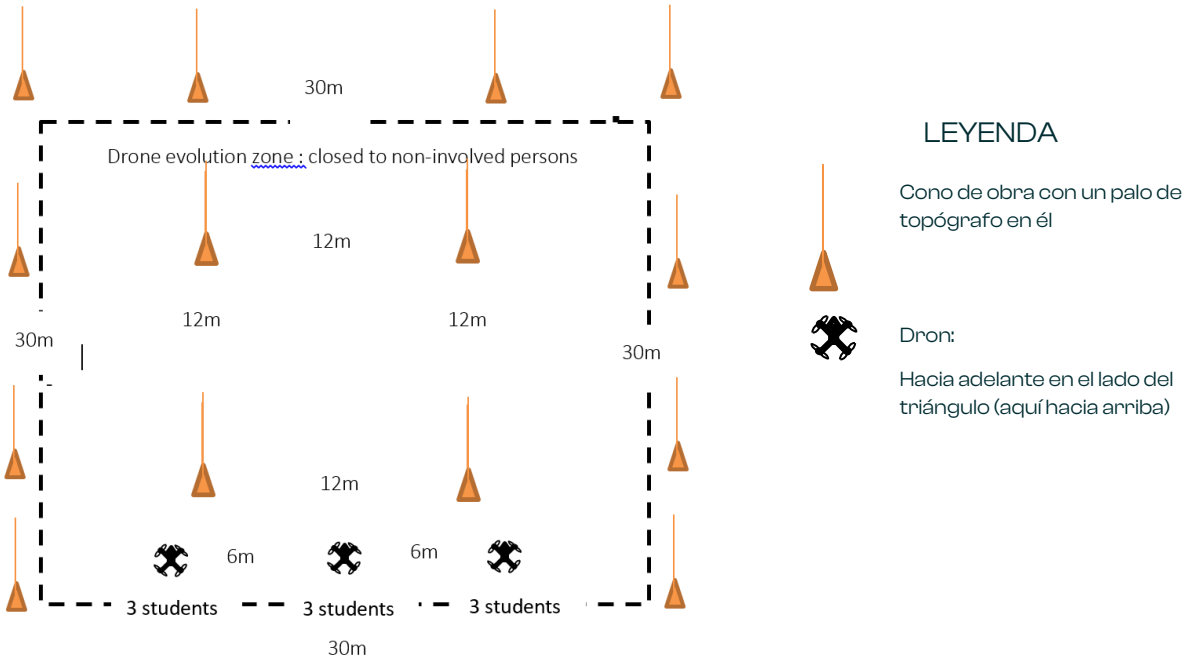


Figura 5-1 zona de evolución asegurada con 4 marcadores de vuelo

para evitar colisiones:

Recuerda dar altitudes diferentes a cada dron
¡(separación mínima de 3 m) !
¡Todos los drones en la misma dirección!
Si es imposible, si los pilotos no pueden respetar la norma, entonces uno tras otro
Vuelve siempre al suelo al final de un giro, luego cambia de alumno, despega y ¡adelante!

Siguiendo los lados:

1. Vuela por la parte exterior con el **stick de vuelo horizontal**
   Drone siempre apuntando en la misma dirección

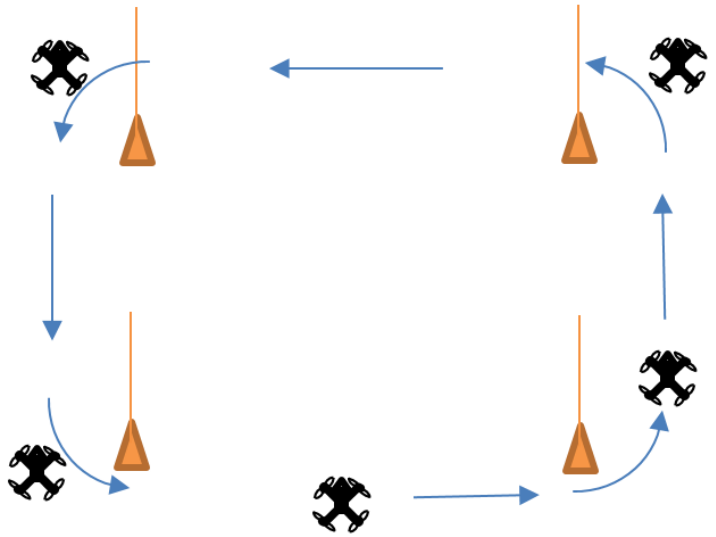


Figura 5-2 traslación cuadrada

2. Vuela por los exteriores "como un avión" (hacia delante y gira el dron en cada esquina). Dron siempre apuntando hacia adelante, en la dirección de desplazamiento "como un avión"

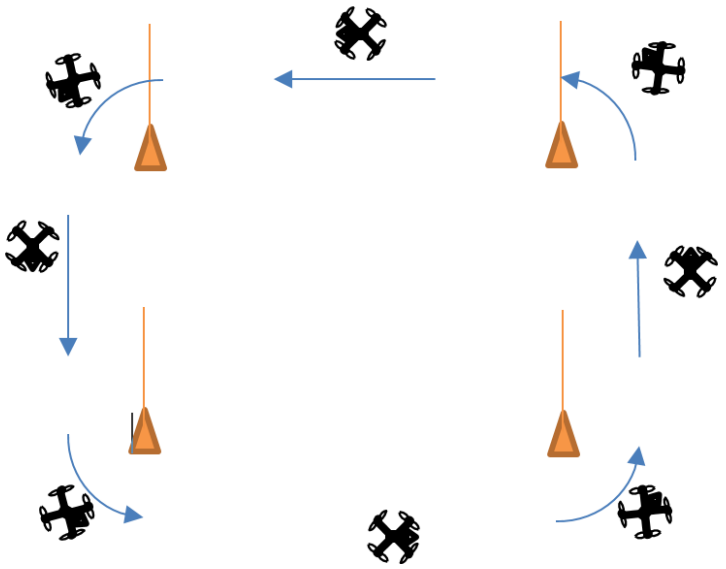


Figura 5-3 vuelo cuadrado apuntando hacia delante

Laterales y centro : formar un "8"

1. Con el stick de vuelo horizontals.
   Dron siempre apuntando en la misma dirección

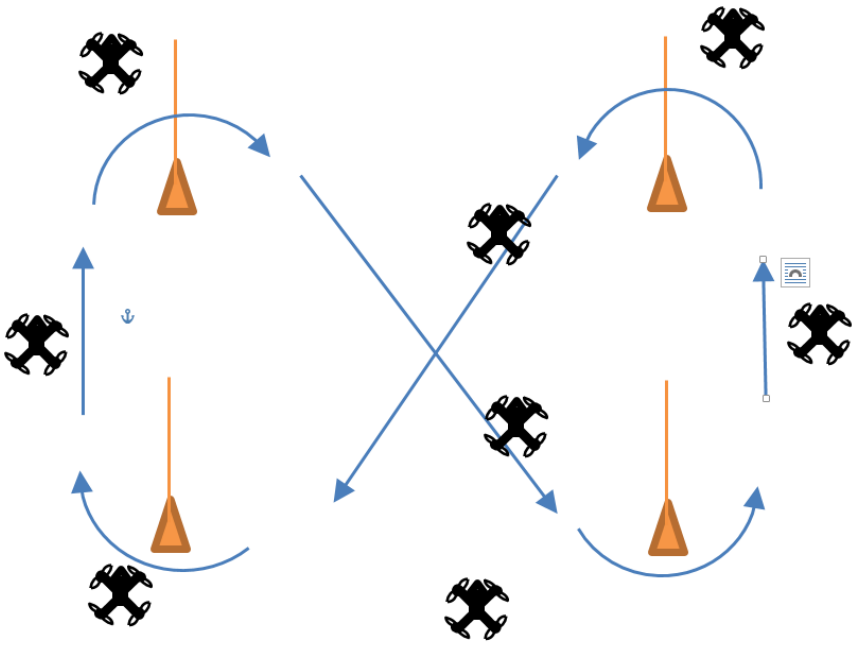


Figura 5-4 hacer un "8" en traducción

2. Volar "como un avión.
   Dron siempre apuntando hacia delante "como un avión"

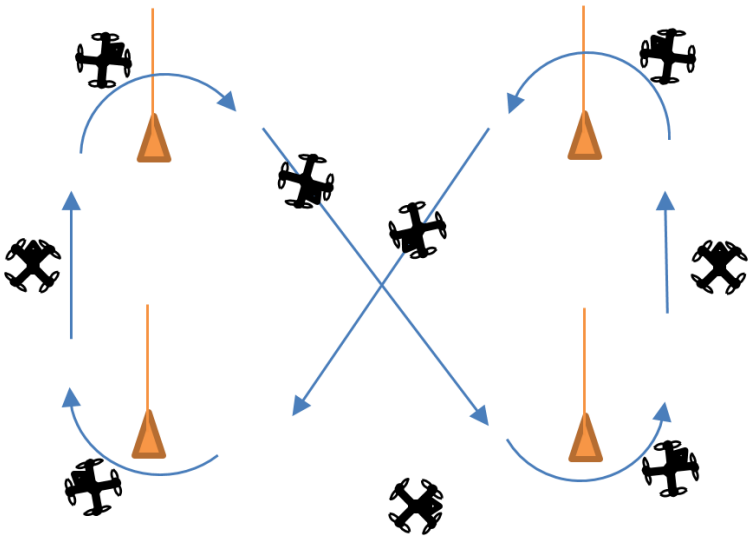


Figura 5-5 haciendo un "8" en el sentido de la marcha

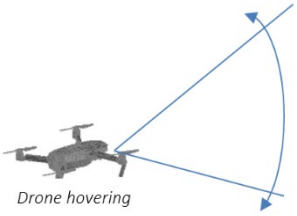
5.2 Ejercicios de uso de la cámara

Aquí pilotamos mirando tanto al dron como a la pantalla para mantenernos centrados

- Es interesante visualizar la cuadrícula 3x3 en la pantalla de control.
- Ajustes de la cámara
- Modo película MP4 enfoque y exposición automáticos
- Modo foto máxima resolución posible, todo automático (al principio)
- Horizonte

Maniobrar la cámara en solitario

- Frente a un elemento vertical, desplace el eje óptico hacia arriba y hacia abajo con la emisora (la "inclinación de la cámara") a lo largo del objeto, deteniéndose en un elemento preciso que debe estar centrado
- Pulsa el disparador en modo vídeo y graba la secuencia
- Cambia al modo foto y haz varias fotos



Cámara arriba y abajo

Captura de película

Fotos

Figura 5-6 inclinación de la cámara

Maniobra de 360° alrededor de un punto

Cámara apuntando al centro: hay que actuar sobre las dos palancas en oposición

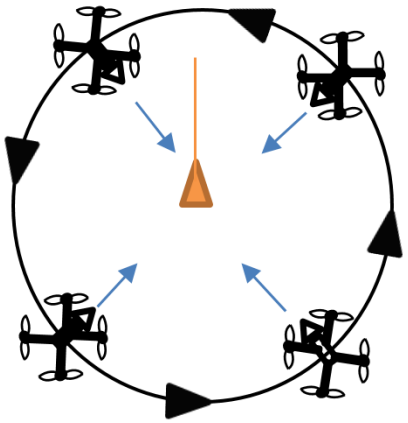
El stick izquierdo provoca la rotación que apunta la cámara hacia el centro

El stick derecho provoca el movimiento lateral

Una palanca a la derecha, la otra a la izquierda, en oposición (o una hacia la otra para el otro sentido)

La acción de los dos simultáneamente crea un círculo con la cámara siempre apuntando al centro.

Tienes que encontrar el ajuste correcto con los dedos para que la cámara permanezca apuntando hacia el centro



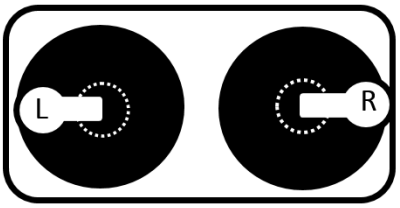


Figura 5-7 volando alrededor de un punto

Maniobra de punto de interés

Avanza por delante de un objeto en el suelo mientras bajas la cámara para mantenerla centrada

a la vez que se va filmando y otra haciendo varias fotos manualmente.

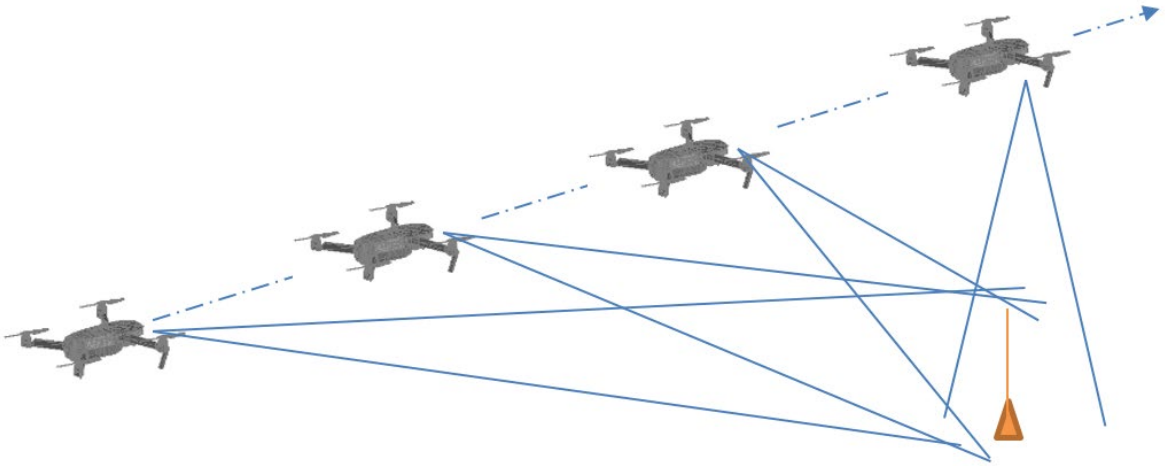


Figura 5-8 inclinación e inclinación de la cámara

Asciende por delante de un objeto en el suelo mientras bajas la cámara para mantenerla centrada

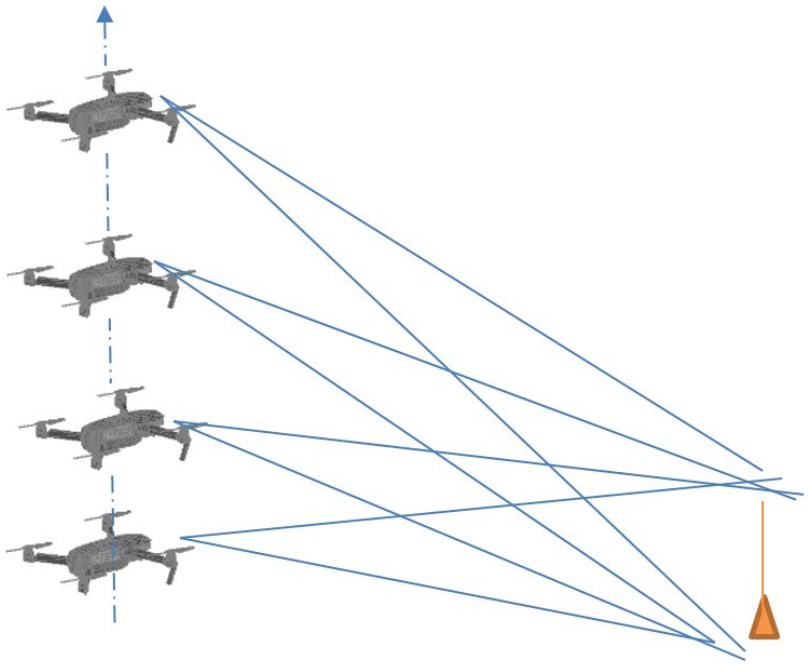


Figura 5-9 ascenso e inclinación de la cámara

6. Vuelo técnico : para edificación e ingeniería civil

Aquí pilotamos mirando tanto al dron COMO a la pantalla para mantenernos centrados

6.1 Inspección de fachadas: fotogrametría, Lidar o termografía

Para todas estas tareas, es necesario hacer una malla delante del edificio.

Para la fotogrametría, las fotos deben tomarse con un solapamiento del 80% en anchura y altura.

Para Lidar o termografía, un solapamiento del 20% es un mínimo para garantizar una buena nube de puntos u ortomosaico fotográfico.

Véase también el MÓDULO 7 para una lección completa sobre fotogrametría. Aquí sólo algunos consejos de aprendizaje de vuelo.

Velocidad lenta: ajuste, por ejemplo, la inclinación del dron de 2 a 5° como máximo para limitar la velocidad y evitar que las imágenes salgan movidas.

Es necesario pilotar manualmente para las fachadas, no hay vuelo directo programado (existe una técnica por Waypoints superpuestos, ver módulo 7, pero no en todos los drones)

- Colóquese de 10 a 15 m delante de la fachada de un edificio, altitud 3 m, vuelo orientado hacia la fachada, eje horizontal de la cámara perpendicular a la fachada

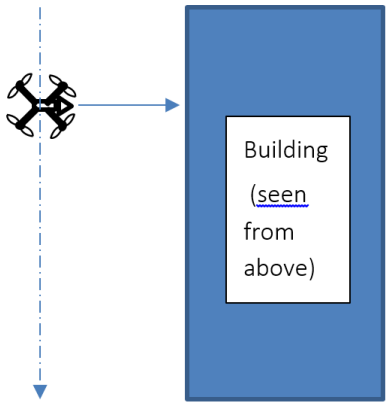


Figura 6-1cara móvil de un edificio

- Trayectoria de vuelo en traslación horizontal perfectamente paralela a la fachada. Vuela de 20 a 30 m.

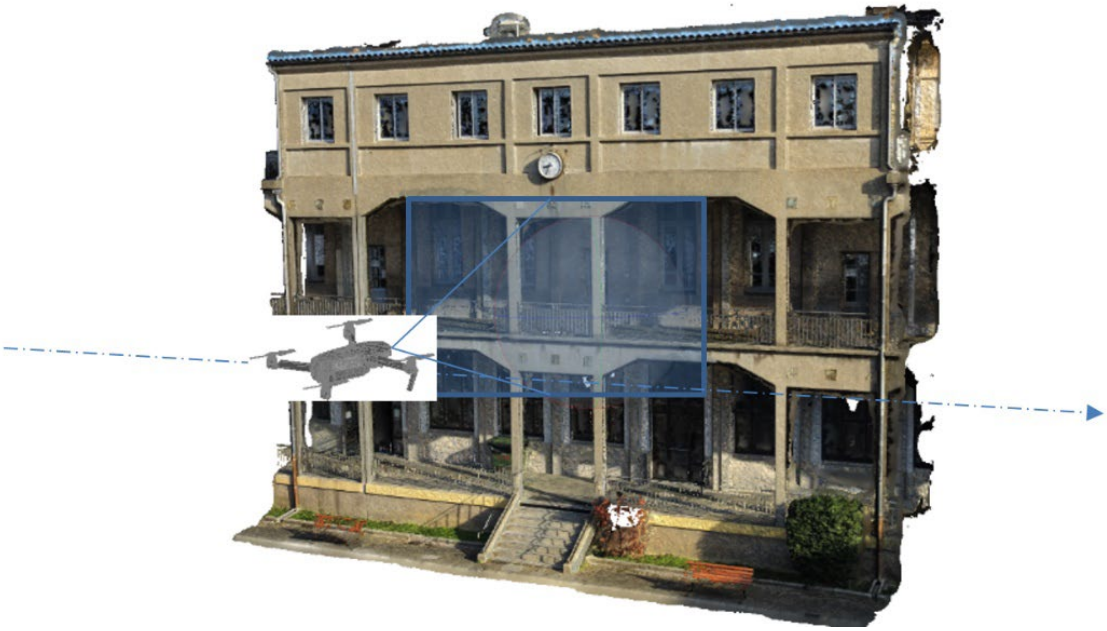


Figura 6-2 imágenes de un edificio para el estudio de fachadas

- Subir verticalmente 5 m al final de la fachada
- Repite un pasaje en la otra dirección, a 8m de altura
- Etc.

Figura 6-3 estudio de fachadas

Fotos con superposición:

Manualmente (ejemplo para fotogrametría) : mire en la pantalla, utilice la cuadrícula para detectar cuando se ha alejado un 20% de la imagen anterior. Presione el disparador, mueva, presione... debe asegurar una superposición del 80%.

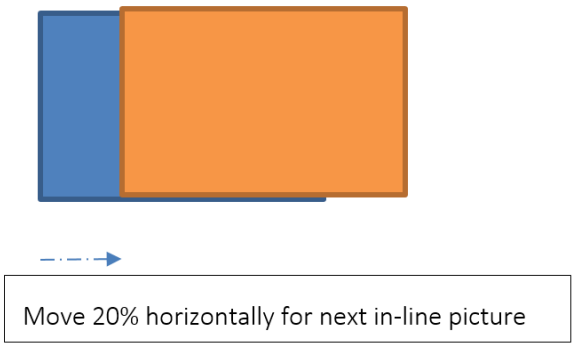


Figura 6-4 solapamiento fotogramétrico horizontal

ATENCIÓN: haga lo mismo al subir: sólo un 20% más:

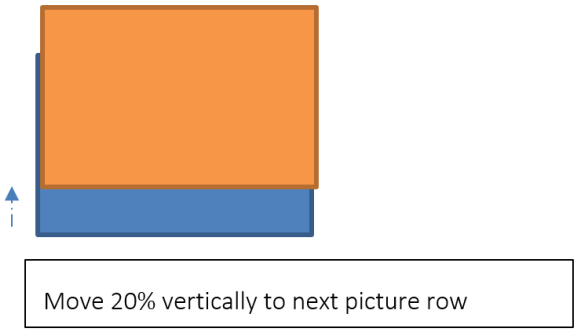


Figura 6-5 solapamiento fotogramétrico vertical

Para Lidar o Termografía, ajuste el solapamiento al 20%. Aléjese un 80% del encuadre de la primera foto.

Disparo automático de fotos:

En función de la capacidad del dron, suele ser posible utilizar al menos 2 automatismos

- **Time-lapse**: se toma una foto cada 2 segundos o más, basta con moverse a la velocidad adecuada para obtener superposiciones.
    - CONSEJO : utilice el ajuste "inclinación" y haga una fila de prueba por ejemplo a 10° con el joystick hasta el final (que es fácil) y compruebe el solapamiento en las fotos, modifique la inclinación para ajustar la velocidad.
- **GPS-lapse**: se toma una foto cada "x" metros recorridos por el dron. Ajuste la distancia "x" para obtener una superposición adecuada. Normalmente la distancia se calcula en 3D, por lo que también funciona al subir.
    - **La velocidad puede ser superior a la del time-lapse**, pero no demasiado para evitar el desenfoque de movimiento.

No es un problema tener un gran solapamiento (95% por ejemplo).

6.2 Fotogrametría horizontal:

El vuelo programado es el estándar, el siguiente ejercicio permite hacerlo manualmente.

Mismas precauciones que para el caso de fachadas: 80% de solapamiento en todas las direcciones.

- Elige antes del despegue un patrón de exploración de la zona: los "zig-zags" que harás sobre el terreno
- Sube a 25m AGL, inclina la cámara hacia abajo
- Hacer lentamente una línea sobre el borde del campo, sin acercarse demasiado para no correr el riesgo de invadir la casa del vecino o de caer sobre su casa en caso de avería.
- Al final de la línea, gira 90°, avanza varios metros, gira 90° de nuevo y haz una paralela a la primera línea
- Tome fotos manuales, o time-lapse o GPS-lapse con la buena velocidad para la superposición.

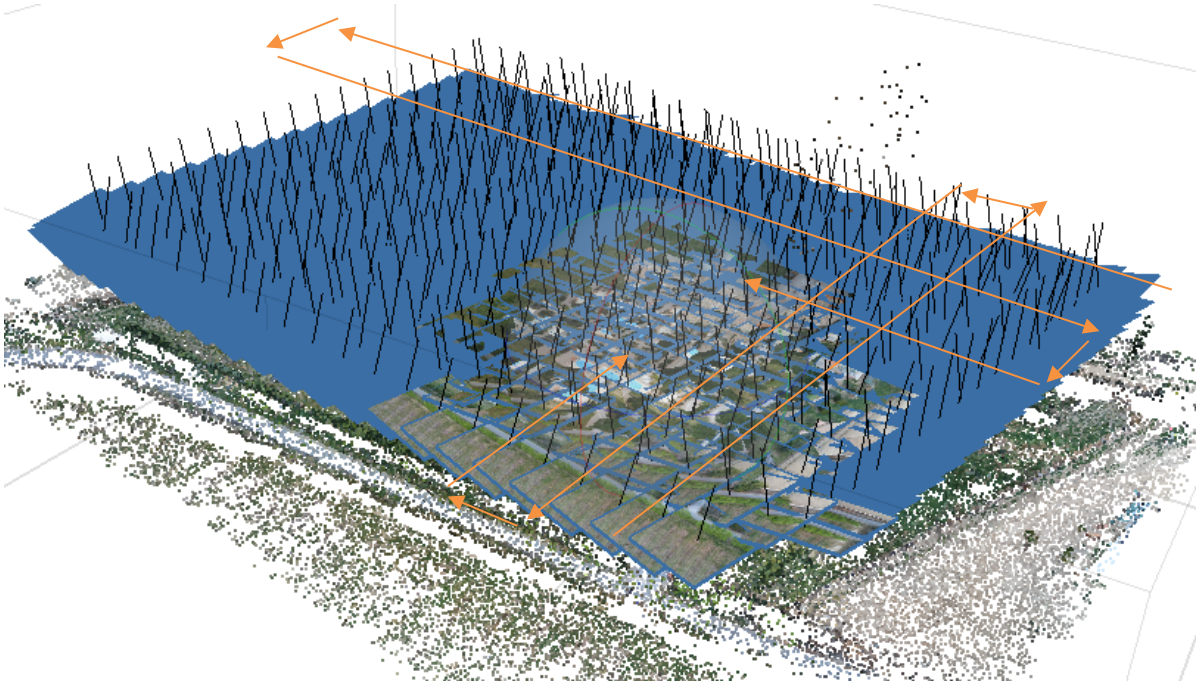


Figura 6-6 fotogrametría del terreno desde arriba

6.3 Estudio de edificios o volúmenes: vuelo circular

Con la cámara apuntando siempre hacia el objeto (edificio, presa, puente, monumento...)

Es posible programar un 360° automático, este ejercicio lo hace manualmente

- El stick izquierdo provoca la rotación que apunta la cámara hacia el centro
- El stick derecho provoca el movimiento lateral
- Un joystick a la derecha, el otro a la izquierda, en oposición
- La acción de los dos simultáneamente crea un círculo con la cámara siempre apuntando al centro.
- Tienes que encontrar el ajuste correcto con los dedos para que la cámara permanezca apuntando hacia el centro

Figura 6-7 desplazamiento alrededor de un edificio para fotogrametría 3D

6.4 Supervisión de estructuras, peritaje, termografía y modelado

Véase el módulo 10: IMÁGENES PARA PERITAJE

Ejercicios de habilidad:

- Acércate lo máximo posible a cualquier elemento, hasta 50 cm, con delicadeza
- Mantente firme, muy despacio
- Observa el encuadre para apuntar a un lugar concreto
- Cámara horizontal, de frente
- Cámara inclinada hacia abajo, desde arriba: 90° y otros ángulos
- Cámara inclinada hacia arriba, desde abajo: 90° y otros ángulos
- Haz fotos o vídeos para verlos y analizarlos

Lista de figuras

Figura -31 Ejemplo de zona de vuelo 9
Figura -32 Imagen del controlador del dron 10
Figura -41 despegue y vuelo estacionario 12
Figura -42 traslación horizontal: lateral 13
Figura -43 traslación horizontal: adelante/atrás 13
Figura -44 traslación vertical 14
Figura -45 rotación sobre el terreno 14
Figura -46 traslación diagonal 15
Figura -47 círculo horizontal 15
Figura -48 vertical y rotación 15
Figura -49 círculo "como un avión 16
Figura -410 pendiente 16
Figura 411 -espiral 17
Figura -51 Zona de evolución asegurada con 4 marcadores de vuelo 18
Figura -52 traslación cuadrada 19
Figura -53 vuelo cuadrado apuntando hacia delante 19
Figura -54 Hacer un "8" en traducción 20
Figura -55 Hacer un "8" en el sentido de la marcha 20
Figura -56 inclinación de la cámara 21
Figura -57 volar alrededor de un punto 22
Figura -58 pendiente e inclinación de la cámara 22
Figura -59 ascenso e inclinación de la cámara 23
Figura -510 cara móvil de un edificio 24
Figura 511 -imágenes de un edificio para el estudio de la fachada 25
Figura -512 estudio de fachadas 25
Figura 513 -solapamiento fotogramétrico horizontal 26
Figura 514 -solapamiento fotogramétrico vertical 26
Figura 515 -fotogrametría del terreno desde arriba 28
Figura 516 -desplazamiento alrededor de un edificio para fotogrametría 3D 29