



# Drone4HER

## Manual

# Cómo usar drones para la jardinería

Ana Rosa Moreno Garcia  
*Itinerario Europeo de Jardines Históricos*

Cinzia Laurelli,  
*Sviluppo Turistico Collodi S.r.l.*

Josè Manuel Lizama Gonzales

Luis Alberto Lizama Fuentes  
*Telewander A.P.S.*



Cofinanciado por el  
programa Erasmus+  
de la Unión Europea

Esta publicación ha sido financiada con el apoyo de la Comisión Europea. La Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.



[drone4her.eu](https://drone4her.eu)



# Salvaguardar el patrimonio de los jardines históricos mediante drones

ERASMUS+ Key Action 210 Small Scale Partnership projects  
Número de acuerdo 2022-1-IT02-KA210-ADU-000083100



Este documento ha sido desarrollado y distribuido en 2023 por Sviluppo Turistico Collodi bajo una licencia Attribution-Non-Commercial-Share Alike Creative Commons 4.0 (CC BY-NC-SA). Esta licencia le permite remezclar, modificar y desarrollar esta obra sin fines comerciales, siempre que cite los créditos correspondientes.

## Socios del proyecto:

- Sviluppo Turistico Collodi, Italia, coordinador del proyecto
- Telewander, Dinamarca
- Itinerario Europeo de Jardines Históricos, España

Para más información:

[Drone4her.eu](http://Drone4her.eu)

Contacto:

[Contact@drone4her.eu](mailto:Contact@drone4her.eu)

Sviluppo Turistico Collodi s.r.l.

Via Pasquinelli, 6/8

51017, Pescia. Italy

---

Coordinador del proyecto: Sviluppo Turistico Collodi s.r.l.

Autores:

Ana Rosa Moreno García, Itinerario Europeo de Jardines Históricos

Cinzia Laurelli, Sviluppo Turistico Collodi, S.r.l.

José Manuel Lizama Gonzales, Luis Alberto Lizama Fuentes, Telewander, A.P.S.

Citar: Moreno, A.R., Laurelli, C., Lizama, J.M. & Lizama, L.A. (2023)

---

Contacto: Pier Francesco Bernacchi [sviluppo@pinocchio.it](mailto:sviluppo@pinocchio.it)

Sviluppo Turistico Collodi s.r.l. / Italy

Drone4HER Manual para un curso online de formación sobre cómo usar drones para la gestión y mantenimiento de jardines históricos, disponible en <https://drone4her.eu>



European Route of  
Historic Gardens  
Itinerario Europeo dei Giardini Storici  
Itinerario Europeo de Jardines Históricos  
Itinéraire Européen des Jardins Historiques

Cultural route  
of the Council of Europe  
Itinéraire culturel  
du Conseil de l'Europe



## **Agradecimientos**

Este manual es el resultado de un trabajo en equipo realizado en 2023.

La elaboración del manual ha corrido a cargo de los socios del proyecto Drone4HER. El contenido del manual se diseñó a partir del análisis de necesidades de los jardineros que trabajan en los jardines históricos que se realizó como fase previa de este proyecto, de forma que respondiera a lo esperado por ellos y permitiera la adecuada creación del posterior curso online sobre cómo utilizar drones para la gestión y mantenimiento de jardines históricos, contemplado dentro del proyecto Drone4HER.

Los socios del proyecto Drone4HER desean agradecer al Sr. Lukasz Przybylak, presidente en funciones del Itinerario Europeo de Jardines Históricos, su valiosa contribución a la sección introductoria del manual, donde presenta los retos actuales del mantenimiento y la gestión de los jardines históricos.

Los socios del proyecto Drone4HER también desean dar las gracias a los especialistas que han colaborado en la redacción del manual, así como a los gestores y representantes del Itinerario Europeo de Jardines Históricos que han proporcionado imágenes para el manual.

# Índice

<b>1. Antecedentes e innovación</b>	<b>4</b>
1.1. Objeto y ámbito de aplicación del Manual	4
1.2. Retos del mantenimiento y la gestión de jardines históricos, por Lukasz Przybylak, presidente en funciones del Itinerario Europeo de Jardines Históricos	5
1.3. Superar los retos de la introducción de drones en jardines históricos	7
1.3.1 Desarrollo de nuevas funciones en los jardines	7
1.3.2 Hacer frente a la falta de competencias digitales de los jardineros	10
1.3.3 Mantenerse al día de los requisitos legales y reglamentarios	13
1.4. Beneficios del uso de drones en el mantenimiento de jardines históricos	14
<b>2. Entender los drones</b>	<b>16</b>
2.1. Tipos de drones recomendados	16
2.2. Componentes y características del dron	21
<b>3. Operaciones de drones en jardines históricos</b>	<b>28</b>
3.1. Directrices para la operación segura y eficaz de drones en jardines históricos	28
3.2. Mantenimiento y almacenamiento de drones en un jardín histórico	31
3.3. Requisitos legales para las operaciones con drones	36
3.3.1 Reglamentos europeos y leyes	36
3.3.2 Categorías de operación de drones	36
3.3.3 Protocolo de drones	36
3.3.4 Legislación europea consolidada	39
3.4. Documentación para operaciones con drones en jardines históricos: Garantizar la conservación, el cumplimiento y la seguridad	40
<b>4. Recuperación de información útil de la cámara y los sensores del dron</b>	<b>45</b>
4.1. Captura de fotografías y vídeos aéreos	45
4.2. Extracción de información de fotos, vídeos y otros sensores del dron	46
4.3. Tipos de aplicaciones de las fotos y vídeos aéreos	48
<b>5. Aplicaciones de drones para la gestión y conservación de jardines históricos</b>	<b>55</b>
5.1. Supervisión e inspección periódicas de jardines históricos mediante drones	55
5.2. Control del agua: Control termográfico para detectar zonas con exceso/falta de agua	60
5.3. Control sanitario: Control de plagas y enfermedades	63
5.4. Gestión de riesgos y prevención: Prevención de incendios	66
5.5. Identificación de los trabajos de mantenimiento o reparación necesarios y evaluación de las zonas de difícil acceso	67
<b>6. Aplicación de drones para la comercialización en jardines históricos</b>	<b>69</b>
6.1. Consejos para comercializar el uso de drones en jardines históricos	69
6.2. Uso de drones para mejorar la experiencia turística	70
6.3. Uso de drones para promocionar jardines históricos	73
<b>7. Formación y capacitación del personal de jardines históricos en el manejo y mantenimiento de drones</b>	<b>76</b>

7.1.	<i>Habilidades para utilizar con éxito drones en jardines históricos</i>	76
7.2.	<i>Ventajas de la formación en línea</i>	78
7.3.	<i>Programas y recursos de formación disponibles</i>	79
7.4.	<i>Consejos para un aprendizaje en línea eficaz</i>	80
<b>8.</b>	<b>Conclusión</b>	<b>82</b>
	<b>Lista de siglas</b>	<b>84</b>

## **1. Antecedentes e innovación**

### **1.1. *Objeto y ámbito de aplicación del Manual***

La utilización de drones en jardines históricos representa una innovación revolucionaria que combina a la perfección los avances tecnológicos con la conservación del patrimonio cultural. Este enfoque innovador trasciende los métodos tradicionales de gestión de jardines, ofreciendo una forma transformadora de supervisar, proteger y mostrar estos preciados paisajes. Al adoptar los drones, los jardines históricos adoptan una estrategia orientada al futuro que armoniza tecnología y tradición, garantizando la conservación de su legado para las generaciones venideras al tiempo que se adaptan a las necesidades siempre cambiantes del presente. Además, el propio proceso de desarrollo del presente manual es innovador, ya que implica la cocreación con jardineros y gestores de jardines históricos. Al incorporar sus ideas y necesidades, el manual y el curso en línea resultantes se convierten en soluciones a medida, garantizando un ajuste simbiótico entre los resultados del proyecto y las expectativas de los propios usuarios a los que pretende capacitar. Este enfoque holístico entrelaza a la perfección la innovación tecnológica con la creación colaborativa, fomentando una transformación dinámica en las prácticas de conservación de los jardines históricos.

El objetivo de este manual es servir de guía de referencia para el curso en línea del proyecto. Con ese propósito, el manual ofrece contenidos detallados y prácticos sobre cómo integrar la tecnología de los drones para el mantenimiento y la gestión de los jardines históricos. Los jardines históricos, con su importancia cultural y su belleza arquitectónica, requieren que los jardineros sean capaces de utilizar soluciones innovadoras para superar los retos de la conservación y la sostenibilidad. Aprovechando el poder de los drones, los jardineros y gestores de jardines históricos pueden afrontar eficazmente estos retos y garantizar la conservación de estos preciados paisajes para las generaciones venideras.

El alcance de este manual abarca varios aspectos relacionados con las operaciones de drones en jardines históricos. Comienza con una exploración del conocimiento fundamental de los drones, incluidos los tipos de drones disponibles en las categorías recomendadas para su uso en jardines históricos y sus componentes y características clave. Partiendo de esta base, el manual aborda la aplicación práctica de la tecnología de los drones en los jardines históricos.

El manual presenta el desarrollo de nuevas habilidades y competencias específicas de los jardines históricos para aprovechar eficazmente la tecnología de los drones. Esto incluye la adquisición de datos a partir de vuelos cartográficos, la realización de inspecciones termográficas, la utilización de la fotogrametría para obtener modelos 3D precisos y la aplicación de técnicas de agricultura de precisión para una jardinería eficiente.

La seguridad y el cumplimiento son fundamentales en cualquier operación con drones. Por ello, el manual ofrece directrices para un uso seguro y eficaz de los drones, incluidos los requisitos legales y la normativa para operar drones sobre jardines históricos. Además, se exploran los procedimientos de mantenimiento y almacenamiento para garantizar la longevidad y el rendimiento óptimo de los equipos de drones.

El manual destaca las ventajas del uso de drones en el mantenimiento de jardines históricos, haciendo hincapié en sus aplicaciones en la supervisión del agua, la evaluación sanitaria, la gestión de riesgos, la identificación de tareas de mantenimiento y la evaluación de zonas de difícil acceso.

Además, el manual explora el potencial de marketing de los drones en los jardines históricos, proporcionando consejos para una promoción eficaz y mejorando la experiencia turística a través de la tecnología de los drones.

Reconociendo la importancia de la capacitación digital de la mano de obra, el manual y el curso en línea ofrecen recursos de aprendizaje innovadores y digitales para el personal de los jardines históricos y hacen hincapié en las ventajas del aprendizaje en línea.

Gracias a la tecnología de los drones, los jardineros y gestores pueden mejorar la gestión y conservación de los jardines, promover su importancia histórica y fomentar un futuro sostenible y próspero para estos paisajes de importancia cultural.

**1.2. *Challenges of Historic Gardens Maintenance and Management, por Lukasz Przybylak<sup>1</sup>, presidente en funciones del Itinerario Europeo de Jardines Históricos.***

Los retos a los que se enfrenta la restauración de jardines históricos aumentan proporcionalmente a los cambios sociales, incluido el desarrollo del turismo, pero también a los cambios legislativos y medioambientales. El factor básico que valoriza la molestia de una categoría específica de retos en relación con la restauración y gestión contemporáneas del patrimonio de jardines es la filiación jurídica del lugar. La forma de propiedad legal de un sitio está estrechamente vinculada a las posibilidades de financiación de las actividades de cuidado y conservación. En conjunción con la legislación sobre contratación pública, también tiene un impacto directo (normalmente adverso) en la buena ejecución de los proyectos de conservación.

Hay que subrayar también que la época de la pandemia COVID-19 no pasó sin que también influyera en la gestión de los jardines históricos. De hecho, esta crisis mundial ha acelerado los resultados de más del 50% de los problemas de los jardines históricos.

FIGURA 1  
Un trabajador de un jardín histórico arregla el suelo



Fuente: Jardines de Santa Clotilde

El grupo de grandes retos identificados hoy entre los jardines históricos y los paisajes culturales puede dividirse en:

1. Retos metodológicos,
2. Retos legislativos,
3. Retos tecnológicos,
4. Retos administrativos,
5. Retos sociales,

---

<sup>1</sup>Lukasz Przybylak es Doctor en Arquitectura del Paisaje, Catedrático de Historia de la Arquitectura del Paisaje y Conservación de Monumentos de Jardines (Universidad Técnica de Dresde). Es asesor sobre jardines históricos de la Cancillería del Presidente de la República de Polonia y cofundador del Centro Europeo de Arte de Jardines Eduard Petzold.



## 6. Retos medioambientales,

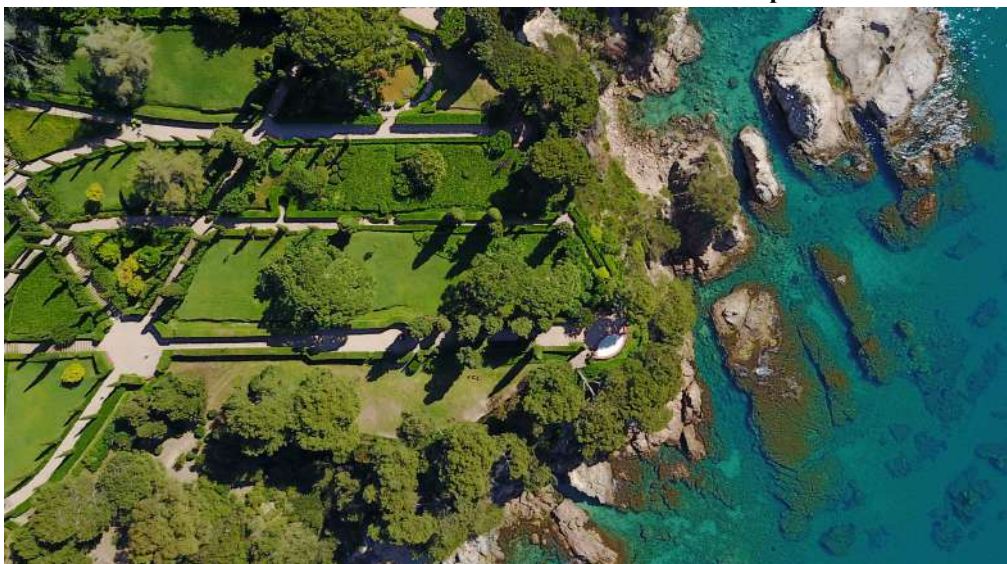
Estos últimos incluyen un conjunto de factores con los que el patrimonio de los jardines se enfrenta cada día y cada año de forma cada vez más violenta. La intensificación de los fenómenos naturales desfavorables para la sustancia de los jardines históricos se viene observando al menos desde principios del siglo actual, con especial intensidad en la última década.

El grado de avance del cambio climático (tanto a escala mundial como local) hace que las acciones para afrontar estos retos puedan dividirse en medidas preventivas y adaptativas. No obstante, hay que subrayar que la magnitud de los cambios que afectan al entorno natural (incluidos los jardines históricos) redefine el concepto de prevención. La prevención ya no consiste en evitar que se produzca un fenómeno en su totalidad. Se refiere al desarrollo de un modelo eficaz de gestión en el ámbito de la minimización (si lo permite la naturaleza del factor) del alcance del impacto de la amenaza ya identificada dentro de los límites del jardín sobre los demás componentes de su trazado y estructura.

Una vez definida la prevención de este modo, cualquier herramienta que ayude a identificar por zonas los fenómenos que amenazan a los jardines históricos tiene un valor incalculable. El uso de drones teledirigidos, por ejemplo, puede servir de ejemplo. Los aparatos equipados con instrumentos de vídeo y fotografía pueden utilizarse, por ejemplo, para vigilar la propagación de enfermedades de la flora identificadas visualmente. Los drones equipados con dispositivos de escaneado también pueden ser muy valiosos para un seguimiento más preciso del estado de la vegetación, así como para la identificación de sus características específicas.

Los extensos complejos de jardines históricos situados dentro de los límites de aglomeraciones urbanas en desarrollo dinámico asumen una función adicional de reserva específica del ecosistema. Proporcionan a la fauna y la flora, presentes de forma natural en la zona, una oportunidad de sobrevivir. Esto, a su vez, se traduce en un aumento del nivel de conservación y responsabilidad de la naturaleza, gracias a lo cual el lugar, modelado según las reglas del arte del jardín, debe adaptarse en parte a las necesidades de plantas y animales. No obstante, la adaptación del jardín histórico a las exigencias del entorno natural debe realizarse respetando plenamente el trazado históricamente documentado y la especificidad estructural del lugar. En el contexto de los factores mencionados, por ejemplo, también es necesario redefinir la creencia en la legitimidad de seguir cultivando jardines que representen el estilo barroco en sentido amplio. Estos espacios ya nos son desconocidos no sólo en términos culturales (es decir, en términos de ceremonial, de simbolismo) sino que, ante los desafíos contemporáneos, son también fenómenos naturales-culturales imposibles de mantener en el espíritu de la autenticidad legendaria.

FIGURA 2  
Vista aérea de los Jardines de Santa Clotilde en España



Fuente: Jardines de Santa Clotilde

Los acontecimientos mundiales de la primera mitad del siglo XXI demuestran rotundamente que nos enfrentamos a una necesaria revisión de la doctrina actual a la hora de tratar los jardines históricos y los paisajes culturales. El eslogan "sostenibilidad" ya no es sólo un término prolijo para hacer más atractivos los proyectos y planes de conservación. La acción de conservación en armonía con el mundo natural es ahora un deber y cumplirlo con el apoyo de la tecnología punta y el recuerdo simultáneo de la artesanía tradicional es una necesidad.

### **1.3. *Superar los Retos de Introducir Drones en Jardines Históricos***

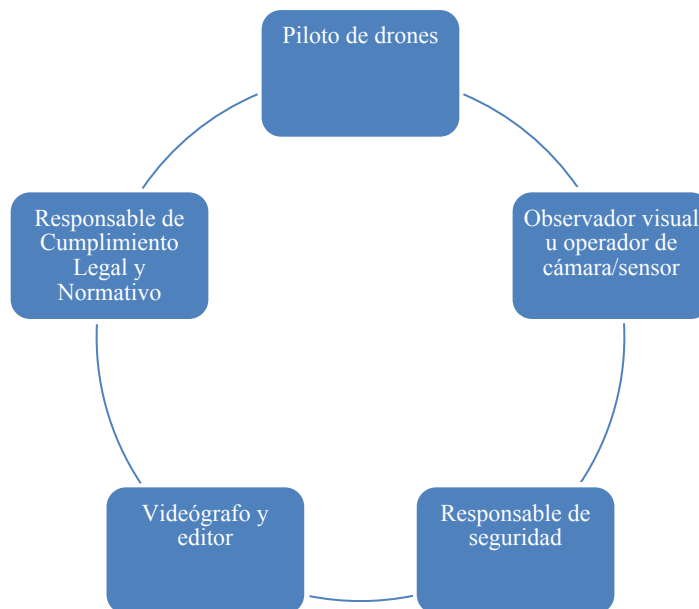
#### **1.3.1 *Desarrollar nuevas funciones en los jardines históricos***

El desarrollo de nuevas funciones para las operaciones con drones en un jardín histórico puede mejorar enormemente la eficiencia y eficacia del programa de drones. Teniendo en cuenta los conocimientos especializados y las consideraciones específicas del lugar, estas nuevas funciones garantizan que el equipo de operaciones con drones esté bien equipado para abordar los desafíos únicos que presentan la importancia histórica y las complejidades arquitectónicas del jardín. Al incorporar expertos en conservación histórica, patrimonio cultural y otros campos pertinentes, el equipo puede llevar a cabo las operaciones con drones con un profundo conocimiento del valor y la importancia del jardín. Estas nuevas funciones contribuyen a una toma de decisiones más informada, una mejor interpretación de los datos y una mejor integración de los contenidos capturados con drones en los esfuerzos de conservación y los materiales promocionales. En última instancia, la incorporación de nuevas funciones refuerza la gestión global de las operaciones con drones en el jardín histórico, mejorando su conservación, la experiencia de los visitantes y la apreciación de su rico patrimonio cultural.

Para establecer operaciones efectivas con drones en jardines históricos, deben desarrollarse varias funciones para garantizar un uso seguro, responsable y satisfactorio de los drones, como se muestra en la figura 3.

FIGURA 3<sup>2</sup>  
**Funciones relacionadas con el éxito de las operaciones con drones**

- 
- <sup>2</sup>Drone U (2023, 7 de junio). *Guía de empleos para pilotos de drones: Exploring Opportunities for UAS Jobs*. <https://bit.ly/3DutlM2>
  - Pilot Institute (2022, 25 de enero). *¿Qué tipo de trabajos pueden realizar los pilotos de drones?* <https://bit.ly/3pYxxRr>
  - DJI (2022, 8 de abril). *Empresa. Funciones de los operadores de drones en todos los sectores*. <https://bit.ly/451Ti11>



Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

- **Piloto de drones**

Los pilotos de drones formados y con licencia son esenciales para manejar el dron con seguridad y capturar imágenes de alta calidad. Deben ser expertos en vuelo de drones, navegación y cumplimiento de las normas de aviación. El piloto del dron es responsable de planificar los vuelos, garantizar el mantenimiento adecuado del dron y manejarlo durante el rodaje.

- **Observador visual u operador de cámara/sensor**

Cuando se operan drones grandes de la subcategoría A3 del sistema europeo de categorización de drones, a menudo es necesario que haya más de una persona operando el dron. Aunque legalmente no sea necesario, en términos de seguridad y control de calidad, es una mejor práctica. Además, muchos drones comerciales admiten el modo de control dual, en el que un segundo piloto puede manejar las cámaras y los sensores mientras el otro se centra en el vuelo.

- **Responsable de seguridad**

Un responsable de seguridad supervisa las operaciones con drones para garantizar el cumplimiento de los protocolos y normas de seguridad. Vigilan la zona de vuelo, gestionan el control de multitudes durante las operaciones con drones y toman las precauciones necesarias para minimizar los riesgos para los visitantes, las estructuras del jardín y el propio dron.

- **Videógrafo y editor**

Un videógrafo y un editor de vídeo profesionales se encargan de producir materiales de marketing de alta calidad utilizando las imágenes del dron. Se encargarán del trabajo de posproducción, que incluye la edición, la corrección del color y la adición de música o narración para crear vídeos de marketing cautivadores.

- **Responsable de cumplimiento legal y reglamentario**

Esta función garantiza que todas las operaciones con drones cumplan la normativa local y nacional sobre vuelos de drones. Se encarga de obtener los permisos y autorizaciones necesarios para las operaciones con drones en jardines históricos.

Además de estas funciones, se necesitará una persona responsable de los aspectos de relaciones públicas y marketing de las operaciones con drones. Esta persona se asegurará de que las imágenes captadas se ajusten a la marca y los mensajes del jardín y supervisará la difusión de los materiales promocionales que incluyan los contenidos captados con drones. Esta nueva función se denomina Coordinador de Comunicaciones.

Además, para estudiar imágenes de drones para inspeccionar estructuras en jardines históricos, leer datos de cartografía de vegetación, termografía y fotogrametría, es necesario crear roles adicionales en jardines históricos. La figura 4 presenta estos roles adicionales que se explican a continuación.

- **Ingeniero civil**

Un ingeniero civil puede ayudar a evaluar los cimientos del edificio, los sistemas de drenaje y las condiciones generales del emplazamiento.

- **Especialista en teledetección**

Un especialista en teledetección está capacitado para analizar los datos recogidos por sensores aéreos o por satélite, que proporcionan las imágenes brutas utilizadas para cartografiar la vegetación. Conocen los aspectos técnicos de los sensores y el proceso de adquisición de imágenes.

- **Termógrafo o experto en termografía infrarroja**

Es el especialista que lee los datos termográficos de los drones. Estos expertos saben captar e interpretar imágenes térmicas mediante cámaras y sensores infrarrojos para analizar las variaciones de temperatura en objetos, superficies o entornos.

- **Analista SIG**

Un analista del Sistema de Información Geográfica (SIG) se encarga de procesar y organizar los datos cartográficos de la vegetación dentro de una plataforma SIG. Crean mapas, analizan patrones espaciales e interpretan los datos de vegetación en un contexto geoespacial.

- **Modelador o mapeador 3D de drones**

Este especialista se encarga de crear mapas y modelos en 3D a partir de imágenes de alta resolución recibidas desde un dron utilizando una plataforma especial de software de fotogrametría.

- **Analista de datos**

Un analista de datos desempeña un papel crucial en el tratamiento y la interpretación de los datos brutos recogidos para la cartografía de la vegetación. Realiza análisis estadísticos, evalúa la exactitud de los datos y elabora informes basados en sus conclusiones.

- **Arquitecto paisajista**

Un arquitecto paisajista aporta sus conocimientos de diseño paisajístico y principios de planificación para interpretar los datos cartográficos de la vegetación en el contexto de la disposición y la estética general del jardín.

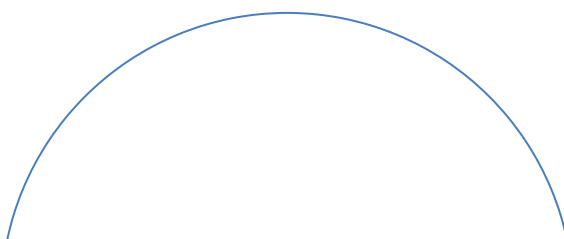
- **Biólogo conservacionista**

Un biólogo conservacionista explica el significado ecológico de los distintos tipos de vegetación y su importancia para la conservación de la biodiversidad y los hábitats.

- **Gestor de datos**

El gestor de datos se encarga del almacenamiento, la organización y la seguridad de las imágenes captadas con drones y los archivos asociados. Se asegura de que haya una copia de seguridad de los datos y de que se pueda acceder a ellos fácilmente con fines de marketing o investigación en el futuro.

FIGURA 4  
Principales funciones relacionadas con el análisis de datos y la interpretación del funcionamiento de drones en jardines históricos





Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

Mediante el desarrollo de estas funciones y la formación de un equipo competente y coordinado, los jardines históricos pueden llevar a cabo operaciones con drones de forma que se realce su belleza e importancia cultural, al tiempo que se da prioridad a la seguridad, la conservación y el cumplimiento de la normativa.

### 1.3.2 *Hacer frente a la falta de competencias digitales de los jardineros*

La automatización, la tecnología, el cambio climático y la transición ecológica, junto con la pandemia de coronavirus, están remodelando el mercado laboral europeo. Urge crear funciones profesionales específicas, capaces de salvar rápidamente la brecha entre la aplicación que ofrecen las nuevas tecnologías y las prácticas y metodologías tradicionales. La jardinería es una de estas prácticas y los jardineros necesitan mejorar sus cualificaciones.

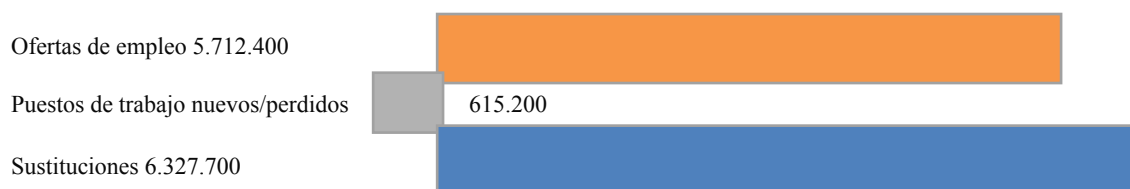
FIGURA 5  
Uso de drones en jardines históricos



Fuente: Creative Commons derechos de autor libres (2023)

Como se puede ver en la tabla 1, de 2018 a 2030, se estima que alrededor de 6,3 millones de personas dejarán sus puestos de trabajo como trabajadores agrícolas y jardineros, y será necesario sustituirlos.

**TABLA 1**  
**Futuros puestos de trabajo como trabajadores agrícolas y jardineros (2018-2030)<sup>3</sup>**



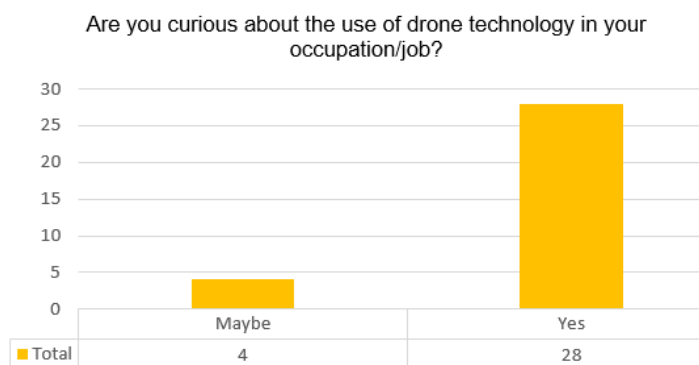
Fuente: Cedefop (2020)

Esta caída del empleo no es tan pesimista como podría parecer a primera vista. El resultado es que de aquí a 2030 habrá unos 5,7 millones de puestos de trabajo vacantes y, para estar preparados, los jardineros deben conocer las distintas tecnologías y ser capaces de aplicar métodos y herramientas analíticas. Por ejemplo, los jardineros deben saber cartografiar y controlar los recursos hídricos y las plagas, aplicar un riego de precisión e identificar los riesgos mediante un seguimiento constante del estado de la vegetación y los objetos de los jardines históricos.

Los resultados de los datos recogidos de 32 jardineros, investigadores y gestores de jardines en la fase inicial de este proyecto proporcionan una comprensión única y realista de la situación de los jardineros en relación con la nueva tendencia del mercado laboral y revelan una visión clara de las competencias digitales que necesitan para afrontar los retos de un mundo impulsado por la tecnología.

Como puede verse en las tablas 2 y 3, los resultados de la investigación muestran un alto nivel de curiosidad e interés entre los 32 encuestados por el uso de la tecnología de drones.

**CUADRO 2**  
**Grado de interés de los jardineros por la tecnología de los drones<sup>4</sup>**

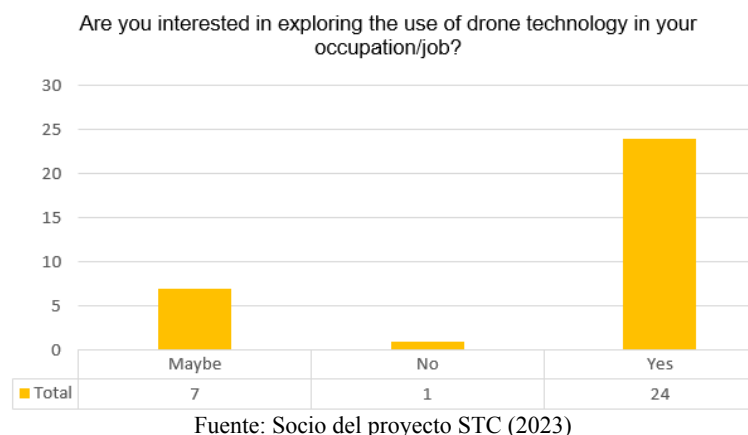


Fuente: Socio del proyecto STC (2023)

**CUADRO 3**  
**Nivel de interés en utilizar tecnología de drones**

<sup>3</sup> Cedefop (2020, 30 de enero). *Trabajadores agrícolas y jardineros: oportunidades y retos en materia de competencias (actualización de 2019)*. <https://tinyurl.com/4f2h5aj6>

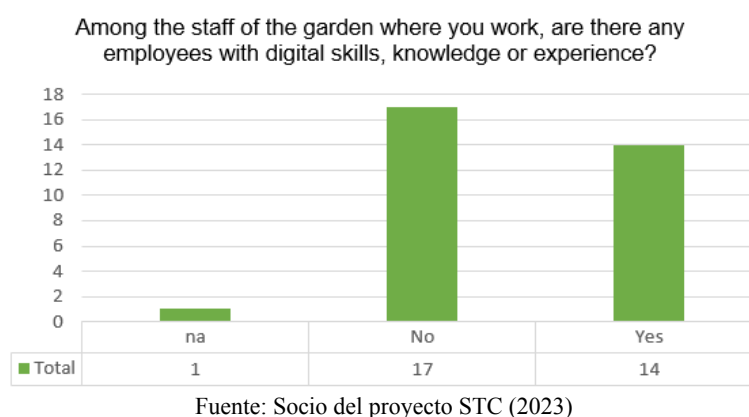
<sup>4</sup> Gráficos 4, 5 y 12: Laurelli C., Lizama Fuentes L.A., Lizama Gonzales J.M. & Moreno Garcia A.R. (2023). Informe de análisis cartográfico Drone4HER. Sviluppo Turistico Collodi, pp 7-12. <https://tinyurl.com/mr2arrpp>



Además, el uso de herramientas técnicas por parte de los encuestados fue valorado como esencial y útil para mejorar sus condiciones de trabajo y sus carreras. Por el contrario, hay un porcentaje muy bajo de jardineros con competencias digitales y muy pocos jardines históricos están equipados con herramientas robotizadas y con sensores de humedad y temperatura. Véase el cuadro 4.

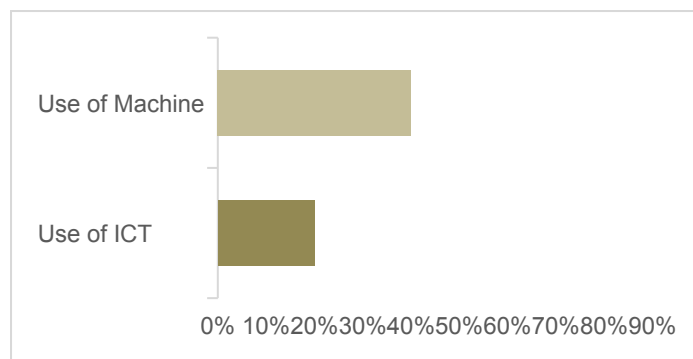
Los datos recogidos durante la encuesta inicial de Drone4HER coinciden con la mayoría de los datos clave identificados por Cedefop<sup>5</sup> el Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional y los últimos datos estadísticos publicados por Eurostat donde entre las tareas y habilidades de los trabajadores agrícolas y jardineros se reportan las habilidades relacionadas con el uso de la tecnología. Véase la Tabla 5, donde el uso de las TIC se refiere a la capacidad de comprender y manejar una amplia gama de software tecnológico, y el uso de las máquinas se refiere a la capacidad de utilizar la tecnología digital y de las máquinas para recopilar datos, tomar mejores decisiones y ser más creativos y rápidos.

CUADRO 4  
Empleados con competencias digitales entre el personal del jardín



CUADRO 5  
Tareas y competencias de los trabajadores agrícolas y jardineros relacionadas con el uso de la tecnología

<sup>5</sup> Cedefop, *Digital, greener and more resilient: insights from Cedefop's European skills forecast*. Oficina de Publicaciones, 2021. <https://data.europa.eu/doi/10.2801/154094>



Fuente: Cedefop<sup>6</sup> (2020)

En resumen, las personas y los profesionales que trabajan en el sector de la jardinería deben tener en cuenta estas tendencias futuras, adquirir competencias digitales y mejorar su confianza en el uso de la tecnología en su trabajo diario.

---

<sup>6</sup> Cedefop (2020, 30 de enero). *Trabajadores agrícolas y jardineros: oportunidades y retos en materia de competencias (actualización de 2019)*. <https://tinyurl.com/4f2h5aj6>



FIGURA 6  
Competencias digitales y tecnología necesarias en el sector de la jardinería








Fuente: Creative Commons derechos de autor libres (2023)

### 1.3.3 Estar al día de los requisitos legales y reglamentarios

A partir del 1 de enero, 2024, las operaciones en la categoría abierta deberán realizarse con un dron que lleve una etiqueta de identificación de clase C0 a C4 o que sea de construcción privada o incluso sin etiqueta de identificación de clase, pero sólo si se ha adquirido antes del 31 de diciembre, 2023. Se aplica un periodo transitorio hasta el 31 de diciembre, 2023. Hasta esa fecha, no se necesita un dron especial para operar en la categoría "abierta", siempre que pese menos de 25 kg.

Dependiendo del peso real del dron, se aplican diferentes requisitos para operarlos (véase el cuadro 6). Por "construcción privada" se entiende que una persona ha construido el dron para su uso personal; no se refiere a los UAS ensamblados a partir de conjuntos de piezas comercializados como un único kit listo para montar.

CUADRO 6  
Tipo de drones autorizados a volar con licencia A1-A3 01 enero 2024

Operation		Drone Operator/pilot			
Max. Take off Mass	Subcategory	Operational restrictions	Drone Operator registration?	Remote pilot qualifications	Remote pilot minimum age
<250g  Including privately build drones	<b>A1</b> Fly occasionally over people Not over assemblies of people <small>(can also fly in subcategory A2)</small>	Operational restrictions on the drone's use apply (follow the QR code below)	No Yes if fitted with camera sensor 	Read user's manual	No minimum age (certain conditions apply)
<500g 			Yes	Check out the QR code for the necessary qualifications to fly these drones	16
<2kg 	<b>A2</b> Fly close to people <small>(can also fly in subcategory A3)</small>				
<25kg 	<b>A3</b> Fly far from people				

Fuente: AESA<sup>7</sup>

<sup>7</sup> AESA. ¿Qué tipos de drones puedo volar? <https://tinyurl.com/4ndckwp2>

**CUADRO 7**  
**Recursos para estar al día de los requisitos legales**

<b>Nombre</b>	<b>Recursos</b>	<b>Información adicional</b>
Cómo operar drones en categoría abierta en Europa	<a href="https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones/drones-regulatory-framework-background/open-category-civil-drones">https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones/drones-regulatory-framework-background/open-category-civil-drones</a>	Después del 01.01 2024, la información sobre "Cómo operar drones en la categoría abierta" está disponible en esta página.
Últimas noticias de la AESA sobre las operaciones de drones en Europa	<a href="https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/drones?page=1a">https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/drones?page=1a</a>	Para recibir actualizaciones y notificaciones de EASA y EASA Light por correo electrónico. EASA Light también comparte información sobre cómo operar un dron de forma segura, sostenible y respetuosa con el medio ambiente, y le muestra cómo se garantiza su privacidad.
EASA Light - plataforma con información sobre operaciones seguras con drones	<a href="https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/easa-light-stay-informed">https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/easa-light-stay-informed</a>	Manténgase informado y al día con EASA Light. Este sitio web está disponible en todas las lenguas europeas.
Noticias sobre legislación de la AESA	<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>	Normas de fácil acceso para los sistemas aéreos no tripulados (drones).

Fuente: Socio del proyecto STC (2023)

#### **1.4. Ventajas del uso de drones en el mantenimiento de jardines históricos**

El uso de drones en el mantenimiento de jardines históricos aporta una serie de beneficios que mejoran significativamente la conservación y gestión de estos paisajes de gran importancia cultural. Una de las principales ventajas radica en la mejora del control y el conocimiento del estado del jardín. Los drones ofrecen una visión única a vista de pájaro, lo que permite a los guardas y gestores de jardines evaluar todo el trazado del jardín, identificar posibles riesgos y supervisar los cambios en la vegetación y las estructuras a lo largo del tiempo. Esta perspectiva mejorada permite una comprensión global de la salud del jardín y ayuda a tomar decisiones informadas para su conservación a largo plazo.

La seguridad es primordial en los jardines históricos, y los drones ofrecen un medio no invasivo y seguro de realizar inspecciones y supervisiones. Al desplegar drones para tareas como evaluaciones estructurales e inspecciones de árboles, el personal puede evitar acceder físicamente a zonas potencialmente peligrosas o de difícil acceso, lo que reduce el riesgo de accidentes y garantiza la seguridad del personal y los visitantes.

Además, el uso de drones aumenta la eficiencia a la hora de responder a los problemas que puedan surgir en el jardín. La rápida recopilación de datos mediante vuelos de drones proporciona información en tiempo real, lo que permite una detección y evaluación más rápidas de problemas como fugas, infestaciones de plagas o deterioro estructural. Con esta información oportuna, los gestores de jardines pueden tomar medidas rápidas para mitigar los riesgos y llevar a cabo el mantenimiento necesario, evitando un mayor deterioro y preservando la integridad del jardín.

Además, los drones ayudan a gestionar eficazmente los recursos y las operaciones del jardín. Al optimizar el riego mediante el análisis de datos aéreos, los jardineros pueden regar las plantas con

mayor precisión, conservando el agua y fomentando la sostenibilidad medioambiental. Los drones equipados con sensores termográficos pueden identificar zonas con una distribución desigual del calor, lo que permite adoptar medidas de calefacción o refrigeración específicas para mantener un microclima óptimo para las especies vegetales delicadas.

Además, el uso de drones aumenta el conocimiento público de la importancia cultural y natural del jardín. Las cautivadoras imágenes aéreas de los vuelos de drones ofrecen un material de marketing cautivador, que atrae a los visitantes y fomenta una conexión más profunda con la historia y la belleza del jardín. Al mostrar el jardín desde una perspectiva única, los drones contribuyen a promover el turismo y el aprecio por estos paisajes atemporales.

En general, la integración de drones en el mantenimiento de jardines históricos optimiza el control, la seguridad y la eficiencia, lo que permite una toma de decisiones informada, respuestas oportunas a los problemas y prácticas de gestión sostenibles. Al aprovechar esta tecnología transformadora, los custodios pueden adoptar un enfoque proactivo para la preservación, salvaguardando estos preciados paisajes para que las generaciones futuras los aprecien y disfruten.

## 2. Entender los drones

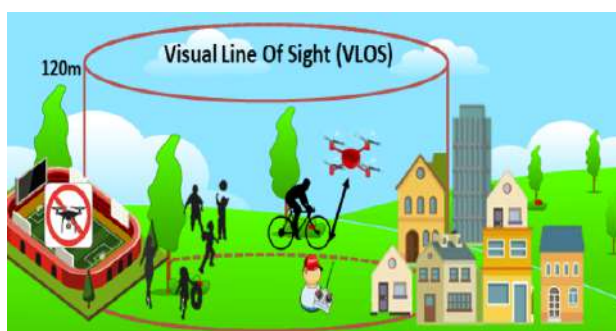
### 2.1. Tipos de drones recomendados

Las subcategorías de drones que se recomiendan para operar en jardines históricos son las que entran dentro de las subcategorías "abiertas" A1-A3, que se resumen a continuación en las figuras 7 y 8.

A1: Categoría abierta - La subcategoría A1 puede volar sobre personas, pero no sobre asambleas de personas. Se espera que estos drones no sobrevuelen a ninguna persona no implicada. En caso de sobrevuelo inesperado sobre personas no implicadas, el piloto remoto deberá reducir en la medida de lo posible el tiempo durante el cual la aeronave no tripulada sobrevuela a dichas personas.

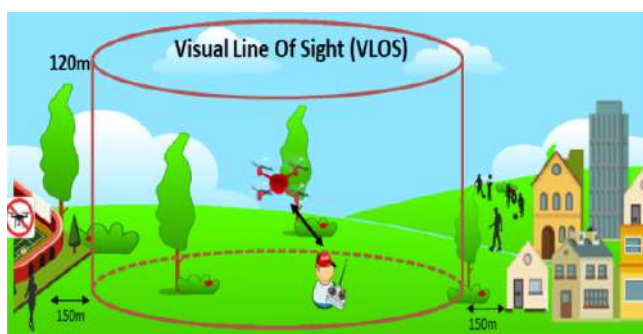
A3: Categoría abierta - La subcategoría A3 puede volar lejos de las personas. Estos drones se pueden llevar a cabo en una zona en la que el piloto remoto espere razonablemente que ninguna persona no implicada se vea en peligro dentro del radio de acción en el que se vuela la aeronave no tripulada durante todo el tiempo que dure la operación del UAS.

FIGURA 7  
Subcategoría A1



Fuente: AESA<sup>8</sup>

FIGURA 8  
Subcategoría A3



Fuente: AESA<sup>8</sup>

### Tipos de drones de la subcategoría A1<sup>9</sup>

En la subcategoría A1 del sistema europeo de categorización de drones, el peso máximo al despegue es de 250 gramos o menos. Los drones de esta categoría suelen ser ligeros y presentan un bajo nivel de riesgo para las personas que se encuentran en tierra. A continuación, se indican los tipos de drones disponibles habitualmente en este rango de peso y que pueden utilizarse para la gestión y conservación de jardines históricos.

<sup>8</sup> AESA. ¿Cuáles son los requisitos de las subcategorías de la categoría "abierta"? <https://tinyurl.com/mzv59y2c>

<sup>9</sup> AESA. Categoría abierta - Drones civiles. <https://tinyurl.com/bddt52dj>

**Mini cuadricópteros:** Son cuadricópteros pequeños y compactos muy populares entre aficionados y principiantes. Suelen venir con funciones básicas, como retención de altitud, modo sin cabeza y capacidades básicas de cámara para fotografía o vídeo aéreos.

El peso medio de los Mini Quadcopters puede variar en función del modelo concreto y de sus características. Sin embargo, como pauta general, los Mini Quadcopters suelen tener un peso comprendido entre 100 gramos (g) y 250 gramos (g).

Algunos mini Quadcopters pueden situarse en el extremo inferior de este rango, en torno a los 100 o 150 gramos, mientras que otros pueden acercarse más al límite superior de 250 gramos. En el peso del dron influyen factores como el tamaño, los materiales de construcción, la capacidad de la batería y características adicionales como cámaras o sensores.

En la tabla 8 presentamos algunos de los modelos de drones más populares disponibles en esta categoría.

**CUADRO 8**  
**Modelos de drones disponibles en la subcategoría Mini Quadcopters<sup>10</sup>**

Modelo de dron	Descripción
<b>Autel Evo Nano</b>	Autel Evo Nano+ es un dron pequeño y muy asequible que tiene todas las características de un dron más caro de la misma categoría. Este dron cuenta con una muy buena calidad de vídeo con resolución 8k y tiene una función de imagen HDR que aumenta los colores y la profundidad de la imagen.
<b>DJI Mavic Mini</b>	Este dron compacto de DJI es ligero y portátil. Cuenta con una cámara estabilizada para capturar fotos y vídeos y ofrece funciones de vuelo como posicionamiento GPS, retención de altitud y modos de vuelo inteligente.
<b>Ryze Tello</b>	El Ryze Tello es un dron pequeño y asequible que ofrece una divertida experiencia de vuelo. Viene con una cámara de 720p, controles de vuelo estables y funciones programables. Suele utilizarse con fines recreativos y para aprender habilidades básicas de pilotaje de drones.
<b>Hubsan X4</b>	La serie Hubsan X4 incluye varios modelos, como el H107L y el H107D. Estos drones son pequeños, ágiles y adecuados tanto para vuelos en interiores como en exteriores. Vienen con funciones básicas como la retención de altitud, el modo sin cabeza y diferentes modos de vuelo.
<b>Serie Holy Stone HS</b>	Holy Stone ofrece una gama de modelos de mini cuadricópteros, como el HS210, el HS160 y el HS170. Estos drones son compactos y fáciles de usar, con funciones como la retención de altitud, despegue/aterrizaje con una sola tecla y varios modos de vuelo.
<b>Serie Syma X5</b>	La serie Syma X5 incluye modelos como el X5C y el X5SW. Estos drones son asequibles y populares entre los principiantes. Suelen tener una cámara para fotografía aérea o grabación de vídeo y ofrecen controles de vuelo estables.

Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

**Micro Quadcopters:** Los micro drones son aún más pequeños que los mini Quadcopters. Suelen caracterizarse por su pequeño tamaño y su diseño ligero. El peso medio de los micro cuadricópteros suele oscilar entre 20 y 80 gramos (g).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el peso puede variar en función del modelo específico, las características y los componentes. Algunos micro Quadcopters pueden ser más ligeros, cerca de 20 gramos, mientras que otros pueden ser ligeramente más pesados, alcanzando alrededor de 80 gramos.

La naturaleza ligera de los Micro Quadcopters permite una mayor agilidad y maniobrabilidad, lo que los hace adecuados para vuelos en interiores y vuelos de corto alcance en exteriores. Es importante cumplir las normativas y directrices locales relativas al peso y la categorización de los drones, ya que pueden variar en función de la región o el país.

<sup>10</sup> B&H. *Los mejores mini drones de 2023*. <https://tinyurl.com/3ct4xfsz>  
Droneller. *7 Mejores Drones de Menos de 250 Gramos 2023*. <https://tinyurl.com/mrpys82n>

Al considerar la compra de un Micro Quadcopter, se recomienda comprobar las especificaciones del producto proporcionadas por el fabricante para obtener información precisa sobre el peso de un modelo en particular.

FIGURA 9  
DJI Mavic drone de la subcategoría Mini Quadcopters



Adobe Stock: Mashita

En la tabla 9 presentamos algunos de los modelos de drones más populares disponibles en la subcategoría Micro Quadcopters.

TABLA <sup>11</sup>  
Modelos de drones disponibles en la subcategoría Micro Quadcopters

Modelo de dron	Descripción
<b>Cuchilla Inductrix</b>	El Blade Inductrix es un popular Micro Quadcopter conocido por su durabilidad y agilidad. Se suele utilizar para volar en interiores y está disponible en varias versiones, incluidas las opciones FPV (visión en primera persona).
<b>Eachine E010</b>	El Eachine E010 es un Micro Quadcopter pequeño y asequible adecuado para principiantes. Cuenta con un diseño ligero, controles de vuelo estables y ofrece una experiencia de vuelo agradable.
<b>Tiny Whoop</b>	Tiny Whoop es un término utilizado para describir micro cuadricópteros que suelen estar contruidos sobre una plataforma Blade Inductrix o similar, pero modificada y personalizada por entusiastas. Estos drones suelen utilizarse para carreras en interiores y vuelos acrobáticos.
<b>BetaFPV Meteor65</b>	El BetaFPV Meteor65 es un popular micro quadcopter diseñado para carreras en interiores.

<sup>11</sup> Buzzflyer. *Micro Quadcopter Drones*, <https://tinyurl.com/xfx3ffem>  
 Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea. *Categoría abierta - Drones civiles*, <https://tinyurl.com/bddt52dj>  
 Agencia Estatal de Seguridad Aérea. *Operaciones UAS/Drones - Categoría Abierta (Subcategorías A1, A2 y A3)*, <https://tinyurl.com/rua383za>

	Ofrece un chasis ligero, motores sin escobillas y opciones personalizables para adaptarse a las necesidades de los entusiastas de las carreras.
<b>Mobula6</b>	El Mobula6 es otro conocido micro quadcopter diseñado para el vuelo en interiores y acrobacias. Cuenta con un chasis ligero, motores sin escobillas y una cámara FPV para una experiencia de vuelo envolvente.

Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

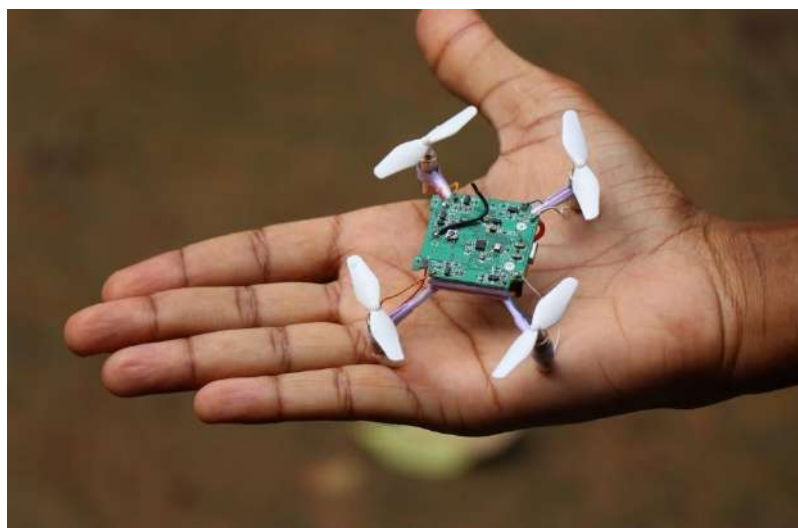
FIGURA 10  
**Drone Tiny Whoop con gafas FPV (First Person View) de la subcategoría Micro Quadcopters**



Adobe Stock: Jarp

**Nano drones:** Los nano drones son la categoría más pequeña de drones, normalmente caben en la palma de la mano. Debido a su diminuta naturaleza, el peso medio de los nano drones suele oscilar entre los 10 y los 30 gramos.

FIGURA 11  
**Un nanodron en la mano de una persona**



Adobe Stock: Pixel

Dado que los nano drones están diseñados para ser ligeros y fácilmente maniobrables, dan prioridad a la portabilidad y la agilidad frente al transporte de componentes pesados o funciones avanzadas. Su

construcción ligera permite volar en interiores, maniobrar en espacios reducidos y, a menudo, utilizarlos con seguridad cerca de personas u objetos delicados.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el peso de los modelos específicos de nano drones puede variar. Algunos modelos pueden estar más cerca del extremo inferior del rango de peso, mientras que otros pueden alcanzar el extremo superior. Para obtener información precisa sobre el peso de un modelo concreto de nano dron, es aconsejable consultar las especificaciones proporcionadas por el fabricante.

En la tabla 10 se describen algunos ejemplos de modelos populares de nano drones.

CUADRO 10  
Modelos de drones disponibles en la subcategoría Nano Drones

Modelo de dron	Descripción
<b>Blade Nano QX</b>	El Blade Nano QX es un conocido nano dron que ofrece estabilidad y agilidad. Se suele utilizar para volar en interiores y aprender habilidades básicas de pilotaje de drones.
<b>Cheerson CX-10</b>	El Cheerson CX-10 es un minúsculo nano dron que cabe en la palma de la mano. Es ligero y ofrece funciones de vuelo básicas, lo que lo convierte en una opción popular para principiantes o vuelos ocasionales.
<b>Hubsan Q4 H111</b>	El Hubsan Q4 H111 es otra opción de nano dron conocido por su tamaño compacto y rendimiento de vuelo estable. Es adecuado tanto para volar en interiores como en exteriores.
<b>Eachine E010 Mini</b>	El Eachine E010 Mini es un dron de tamaño nanométrico que se suele utilizar para vuelos en interiores o vuelos de corta distancia en exteriores. Es duradero, ágil y adecuado para principiantes.
<b>Syma X12 Nano</b>	El Syma X12 Nano es un cuadricóptero de tamaño nanométrico con características de vuelo básicas. Es compacto, ligero y suele utilizarse para vuelos recreativos.

Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

### Tipos de drones de la subcategoría A3<sup>12</sup>

En la subcategoría A3 del sistema europeo de categorización de drones, el peso máximo al despegue es superior a 250 gramos (g) hasta 25 kilogramos (kg). Los drones de esta categoría suelen ser más grandes y pueden transportar más carga útil. En la tabla 11 presentamos algunos ejemplos de los tipos de drones que pueden entrar en la subcategoría A3.

CUADRO 13

*Tipos de drones disponibles en la subcategoría A3 del sistema europeo de categorización de drones que pueden utilizarse en jardines históricos*

Tipo de dron	Descripción
<b>Drones fotográficos profesionales</b>	Estos drones están diseñados para la fotografía y la videografía aéreas profesionales. Suelen tener cámaras de alta resolución o cardanes para estabilizar el metraje. Algunos ejemplos son la serie DJI Inspire, Freefly Alta o Yuneec Typhoon H Pro.
<b>Drones de inspección industrial</b>	Los drones de esta categoría se utilizan para diversas aplicaciones industriales, como inspección de infraestructuras, inspección de líneas eléctricas o topografía. Pueden tener sensores especializados, cámaras térmicas o sistemas LiDAR. Algunos ejemplos son la serie DJI Matrice, senseFly eBee o Intel Falcon 8+.
<b>Drones agrícolas</b>	Estos drones están diseñados específicamente para fines agrícolas, como la vigilancia de cultivos, la fumigación o la cartografía. A menudo cuentan con sistemas de imagen avanzados o capacidades de carga útil para la agricultura

<sup>12</sup> AESA. *Categoría abierta - Drones civiles*. Categoría abierta - Drones civiles | EASA (europa.eu)

<sup>13</sup> JOUAV, Sistemas de aeronaves no tripuladas. *Diferentes tipos de drones y usos (Guía completa 2023)*. <https://tinyurl.com/2p88whhk>  
Entrenador UAV. *Los mejores drones profesionales para pilotos de UAV comerciales serios, actualizados con nuevos modelos de drones para 2023*. <https://tinyurl.com/3vrn6mm6>



	de precisión. Algunos ejemplos son la serie DJI Agras, Yamaha RMAX o PrecisionHawk Lancaster.
<b>Multirrotores para cargas pesadas</b>	Estos drones se construyen para transportar cargas pesadas en aplicaciones especializadas, como la elevación de equipos o instrumentos científicos. Suelen utilizarse en los sectores de la investigación, la ingeniería o la industria. Algunos ejemplos son el Freefly Alta 6, el Gryphon Dynamics X8 o el VulcanUAV Black Widow.

Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

Es importante tener en cuenta que los modelos y características específicos de los drones de la subcategoría A3 pueden variar en función del uso previsto y del fabricante. Además, estos drones deben diseñarse en función de la necesidad que el jardín histórico quiera cubrir. En primer lugar, se deben seleccionar los sensores o cámaras y, a continuación, en función del peso, el dron correspondiente. Siempre hay que tener en cuenta las especificaciones del fabricante y consultar la normativa local para asegurarse de que se cumplen los requisitos de peso y licencia para operar con drones.

## 2.2. Componentes y características del dron

### Componentes básicos de los drones

Los drones constan de varios componentes básicos que trabajan juntos para permitir su vuelo y funcionalidad. Estos componentes son principalmente los mismos en todas las categorías de drones. Pero también hay algunos componentes específicos para cada categoría de drones que se describirán más adelante en esta parte.

En la figura 12 presentamos los componentes fundamentales de los drones. Es importante tener en cuenta que las características específicas pueden variar entre los distintos modelos de drones pequeños, y que en algunos modelos puede haber disponibles funciones adicionales como cámaras integradas, capacidades FPV o evitación avanzada de obstáculos.

La figura 13 muestra los componentes básicos de los drones disponibles en la subcategoría A1 del sistema europeo de categorización de drones. Los drones más grandes de la subcategoría A3 tienen los mismos componentes, pero a mayor escala. Además, pueden llevar sensores y cámaras adicionales que se describirán más adelante en esta parte del manual.

Hay algunos componentes de drones que son específicos de la subcategoría A3 de drones que pueden soportar un peso de hasta 25 kilogramos. Estos tipos de vehículos aéreos no tripulados suelen requerir componentes más avanzados para soportar su mayor tamaño y peso. En la tabla 12 presentamos algunos componentes específicos de drones que suelen encontrarse en la subcategoría A3.

CUADRO 12  
Componentes habituales en los drones que pueden pesar hasta 25 kilogramos

Componentes de drones específicos de la subcategoría A3 <sup>14</sup>	Descripción
<b>Sistema de montaje de la carga útil</b>	Los drones A3 suelen tener un sistema de montaje de carga útil más robusto y versátil para acomodar diversas opciones de carga útil. Esto puede incluir placas de montaje, cardanes o conectores especializados para acoplar cámaras, sensores u otros equipos en función de las tareas específicas para las que esté diseñado el dron.
<b>Sistemas avanzados de navegación</b>	Los drones A3 pueden incorporar sistemas de navegación avanzados, como GPS (Sistema de Posicionamiento Global) o GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite), para permitir un posicionamiento preciso, vuelo autónomo y funciones de navegación.
<b>Sistemas de telemetría y comunicación</b>	Los drones A3 suelen incluir sistemas avanzados de telemetría que proporcionan datos en tiempo real sobre los parámetros de vuelo, el estado de la batería y otra información crítica. También cuentan con robustos

	sistemas de comunicación para un control y una comunicación fiables entre el dron y la estación terrestre.
<b>Características de seguridad</b>	Los drones de la subcategoría A3 pueden incluir características de seguridad adicionales, como redundancia en sistemas críticos (por ejemplo, controladores de vuelo dobles o sistemas de alimentación redundantes), mecanismos a prueba de fallos y opciones de aterrizaje de emergencia.
<b>Sistemas anticolidión</b>	Algunos drones A3 pueden incluir sensores o sistemas anticolidión para ayudar a detectar y evitar obstáculos en su trayectoria de vuelo. Estos sensores utilizan diversas tecnologías, como ultrasonidos, infrarrojos o visión por ordenador, para proporcionar una capa adicional de seguridad durante los vuelos autónomos o manuales.

Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

FIGURA 12<sup>14</sup>

**Componentes fundamentales de los drones**



<sup>14</sup> CFD. *Ingeniería de flujo, principio de funcionamiento y componentes de drones*. <https://tinyurl.com/4xbrk6u8> SPACE.com. *Qué son los drones FPV*. <https://tinyurl.com/mskemxmk>

## Componentes fundamentales de los drones (cont.)

### Mando a distancia

- El mando a distancia es el dispositivo portátil que utiliza el piloto para controlar los movimientos del dron. Suele comunicarse de forma inalámbrica con el dron, enviando órdenes y recibiendo información.

### Sistema de comunicación

- Los drones pueden utilizar sistemas de comunicación inalámbrica, como radiofrecuencia (RF) o Wi-Fi, para establecer una conexión entre el dron y el mando a distancia. Estos incluyen un transmisor de radio que envía la señal de radio al ESC para que el piloto controle la velocidad del motor y un receptor de radio que recibe la señal del piloto.

### Cámaras FPV (visión en primera persona)

- Estas cámaras permiten a los pilotos tener una visión inmersiva y en tiempo real del vuelo del dron desde una perspectiva en primera persona. Al proporcionar una señal de vídeo en directo del entorno del dron, las cámaras FPV mejoran el conocimiento de la situación y permiten a los pilotos sortear obstáculos, realizar maniobras precisas y capturar impresionantes imágenes aéreas. La señal de vídeo de la cámara FPV se transmite de forma inalámbrica.

### Cámara (opcional)

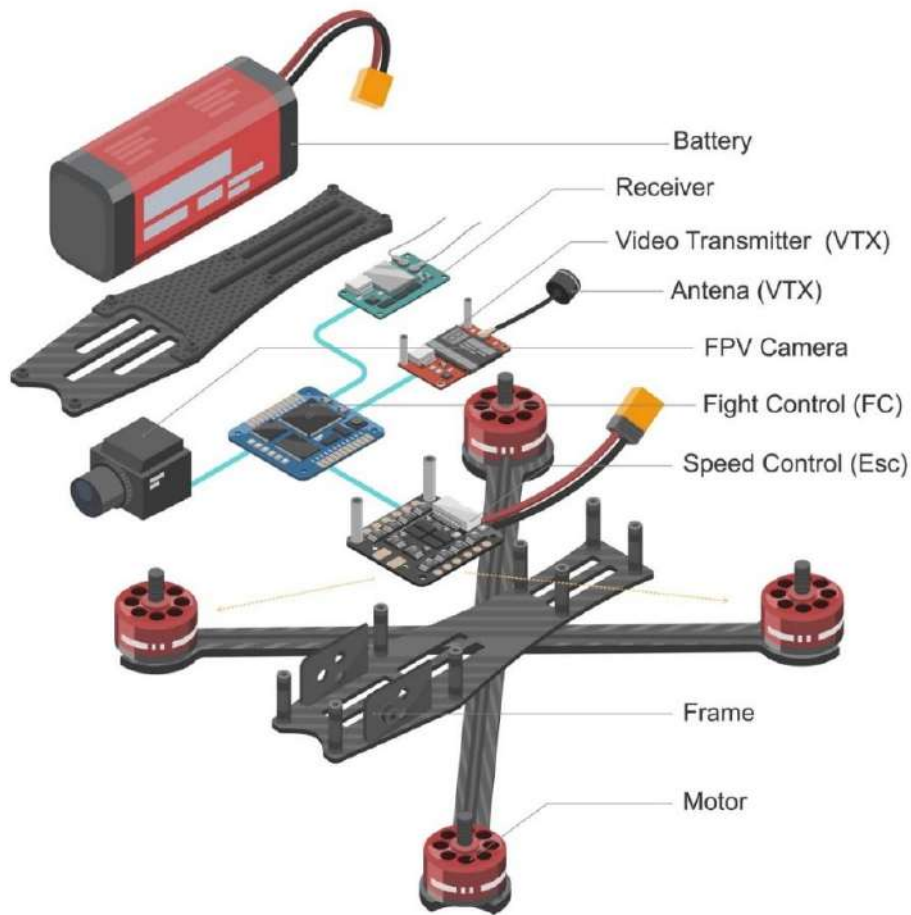
- Algunos vehículos aéreos no tripulados, sobre todo en las subcategorías de drones Mini Quadcopters A1 y A3, vienen con cámaras integradas o soportes para cámaras de acción. Estas cámaras capturan fotos o graban vídeos desde una perspectiva aérea con una imagen de alta resolución. Estas cámaras están diseñadas específicamente para capturar fotos y vídeos impresionantes desde el cielo, proporcionando resultados de calidad profesional.

### Gimbal o estabilizador de cámara (opcional)

- Los cardanes desempeñan un papel crucial en la estabilización de las cámaras montadas en drones, lo que permite obtener imágenes de calidad profesional, suaves y estables, incluso en condiciones de vuelo turbulentas. Estos componentes se utilizan sobre todo en los drones más grandes, ya que llevan cámaras profesionales para obtener una imagen estable durante el vuelo. Mediante un sistema de motores y sensores, los cardanes compensan activamente los movimientos no deseados, como la inclinación, el balanceo o la guiñada, para mantener la cámara estable y orientada en la dirección deseada.

Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

FIGURA 13  
Principales componentes de un pequeño dron de la subcategoría A1<sup>15</sup>



Shutterstock: Allahfoto

### Características básicas del dron

Las características típicas de los drones pueden variar en función del modelo específico y del uso previsto. Sin embargo, en la tabla 13 se presentan algunas características comunes que tienen la mayoría de los drones.

CUADRO 13<sup>16</sup>  
Funciones disponibles en la mayoría de los drones

Características del dron	Descripción
<b>Posicionamiento GPS</b>	Los drones equipados con GPS pueden determinar con precisión su posición y activar funciones como el vuelo autónomo, la navegación por puntos de ruta y el regreso a casa.
<b>Retención de altitud</b>	Esta característica permite al dron mantener una altitud constante, lo que facilita a los pilotos controlar la posición vertical y centrarse en otros aspectos del vuelo.

<sup>15</sup> AESA. *Categoría abierta - Drones civiles*. <https://tinyurl.com/bddt52dj>

<sup>16</sup> Soluciones no tripuladas AltiGator. *Características de nuestros drones*. <https://tinyurl.com/2pzbny4e>

<b>Modo Sígueme</b>	En este modo, el dron rastrea y sigue a un objetivo designado, normalmente el piloto u otro sujeto en movimiento, lo que permite realizar filmaciones aéreas dinámicas o capturar secuencias de acción.
<b>Retorno automático a casa</b>	Con esta función, el dron puede volver automáticamente a su lugar de despegue con sólo pulsar un botón o en caso de batería baja o pérdida de conexión.
<b>Modos de vuelo inteligentes</b>	Los drones pueden ofrecer varios modos de vuelo inteligente, como el modo de órbita (rodea un punto de interés específico), el modo de waypoint (vuela a lo largo de una ruta de vuelo predeterminada), o el control por gestos (responde a gestos específicos de la mano para el control) o el seguimiento de objetos, lo que permite rutas de vuelo automatizadas y el seguimiento dinámico de sujetos o puntos de interés.
<b>Sistemas de estabilización</b>	Los drones pueden incorporar sistemas de estabilización, incluidos giroscopios y acelerómetros, para mejorar la estabilidad del vuelo, reducir las vibraciones y mantener la fluidez de las secuencias.
<b>Integración de aplicaciones móviles</b>	Muchos drones ofrecen aplicaciones móviles complementarias que permiten a los pilotos controlar el dron, acceder a la telemetría de vuelo, ajustar la configuración de la cámara e incluso editar y compartir las imágenes capturadas directamente desde sus teléfonos inteligentes o tabletas.
<b>Telemetría de vuelo</b>	Los drones suelen proporcionar datos telemétricos de vuelo en tiempo real, como el estado de la batería, la altitud, la velocidad, la distancia al punto de partida y otros parámetros de vuelo, que pueden ayudar a los pilotos a supervisar y optimizar sus vuelos.
<b>Hover</b>	Esta función permite que el dron se mantenga en el aire de forma estable sin necesidad de que el usuario intervenga, lo que permite obtener imágenes estables y un control preciso.

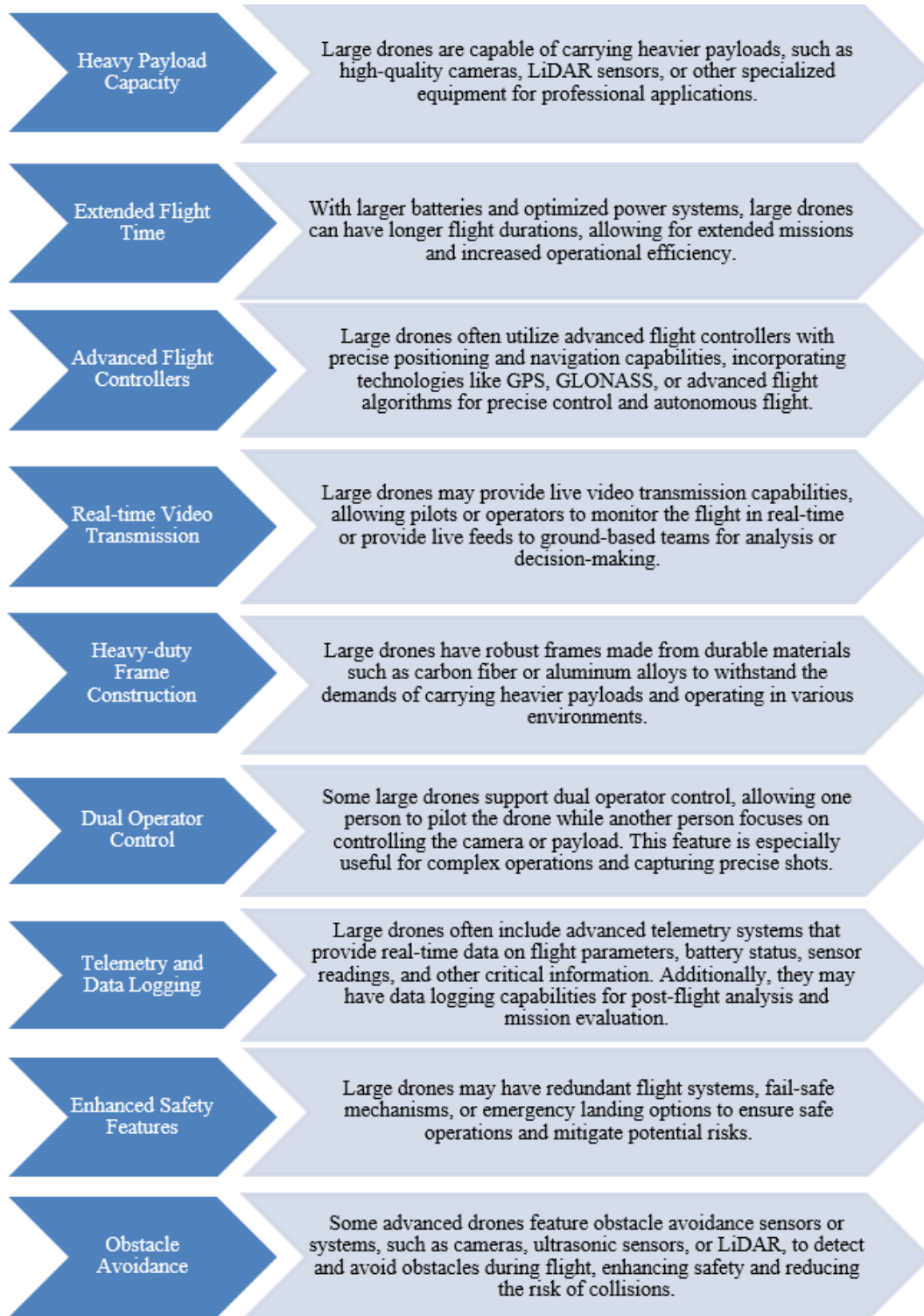
Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

La figura 14 muestra las características de los drones disponibles en la subcategoría A3.

Es importante tener en cuenta que los componentes y características específicos de los drones de la subcategoría A3 pueden variar en función del fabricante, el uso previsto y las opciones de personalización.

FIGURA 14.<sup>17</sup>

### Características del dron disponibles en la subcategoría A3



Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

### 3. Operaciones con drones en jardines históricos

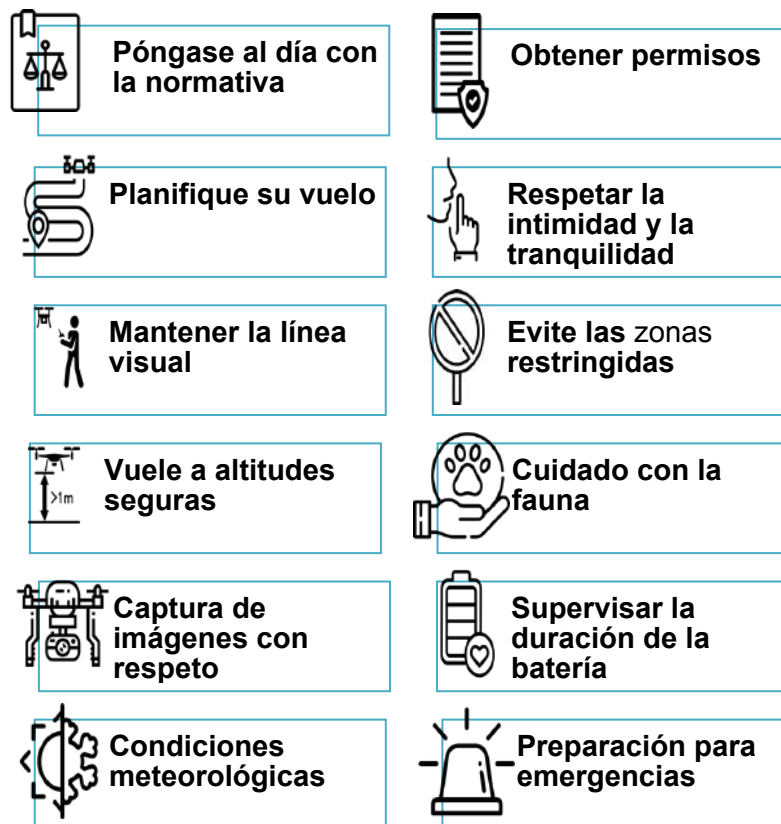
<sup>17</sup> UAV Systems International. *Drones de carga pesada*. <https://tinyurl.com/4u2m29st>  
DJI. *MATRICE 200 Series V2*. <https://tinyurl.com/5h4aemd5>

### 3.1. Directrices para el uso seguro y eficaz de drones en jardines históricos

A la hora de utilizar un dron en jardines históricos, hay que tener en cuenta algunos aspectos importantes. En primer lugar, asegúrate de que tienes permiso de las autoridades o de los propietarios para volar el dron en el jardín. Busca las normas o permisos específicos que puedas necesitar. Antes de despegar, planifica cuidadosamente el vuelo y ten en cuenta cualquier peligro potencial o zona frágil del jardín, como edificios históricos, esculturas y fuentes. Ten en cuenta a las personas y las plantas delicadas y respeta su intimidad y el disfrute pacífico del espacio. Mantén siempre el dron a la vista y evita las zonas restringidas. Vuela a una altura segura, para tener una visión clara y evitar obstáculos como árboles o edificios. Ten cuidado con la fauna y evita perturbar su hábitat. Por último, capta imágenes de forma respetuosa, resaltando la belleza del jardín sin inmiscuirte en su valor cultural o histórico.

Si sigues estas directrices, podrás utilizar tu dron de forma segura en un jardín histórico.

FIGURA 15<sup>18</sup>  
Aspectos importantes de las operaciones seguras y eficaces con drones en jardines históricos



Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

- **Póngase al día con la normativa**

<sup>18</sup> Administración Federal de Aviación, Normativa sobre pequeños sistemas aéreos no tripulados (UAS) (Parte 107), <https://tinyurl.com/488udc26>.

Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea, Civil drones (aviones no tripulados). <https://tinyurl.com/2u79fzc2>



Comprenda y respete las normativas y leyes locales que rigen las operaciones con drones en la zona. Familiarízate con las directrices o restricciones específicas relacionadas con el vuelo de drones en jardines históricos. Las zonas restringidas pueden incluir estructuras delicadas, elementos arquitectónicos o edificios patrimoniales. Además, los jardines históricos suelen tener especies vegetales o hábitats de vida salvaje únicos y protegidos.

Es importante respetar estas zonas y evitar volar drones cerca de ellas para prevenir cualquier perturbación o daño al entorno natural. Además, las zonas del jardín histórico que atraen a un gran número de visitantes, como entradas, caminos o miradores populares, deben evitarse para los vuelos de drones. Volar drones sobre zonas concurridas puede suponer un riesgo para la seguridad y causar molestias o entrometerse en la experiencia de los visitantes. O es necesario planificar el vuelo durante los periodos de menor afluencia de público o fuera del horario de funcionamiento de un jardín histórico.

- **Obtener permisos**

Solicita permiso a las autoridades competentes de la zona en la que se encuentra el jardín histórico o a los propietarios para utilizar un dron en el jardín histórico. Algunos lugares pueden tener normas específicas o requisitos de permiso para el uso de drones.

- **Planifique su vuelo**

Realice una planificación exhaustiva previa al vuelo evaluando los alrededores, identificando los peligros potenciales y determinando las zonas seguras de despegue y aterrizaje.

La zona de despegue debe estar en un espacio abierto. Busque una zona despejada y abierta que ofrezca espacio suficiente para el despegue y el aterrizaje. Evite zonas con hierba alta, escombros sueltos o terreno irregular que puedan interferir con las hélices o el tren de aterrizaje del dron. Tenga en cuenta la presencia de personas, estructuras frágiles o flora delicada en el jardín.

- **Respetar la intimidad y la tranquilidad**

Los drones pueden ser bastante ruidosos y molestar a la gente. Tenga en cuenta la privacidad y tranquilidad de los visitantes y residentes de la zona. Evita volar por encima o cerca de personas sin su consentimiento y procura minimizar las molestias sonoras.

- **Mantener la línea de visión**

Mantén el dron dentro de tu línea de visión en todo momento durante el vuelo. Así podrá controlar la posición del dron y responder rápidamente a cualquier situación inesperada. Lo que significa que es importante medir y planificar de antemano la ubicación de despegue desde la zona que se necesitará inspeccionar en un jardín histórico.

- **Evite las zonas restringidas**

Manténgase alejado de las zonas restringidas o sensibles del jardín histórico. Respete las señales o barreras que indiquen zonas prohibidas o áreas de importancia cultural o histórica.

- **Vuela a altitudes seguras** <sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea, categoría abierta - drones civiles. <https://tinyurl.com/3pb9dz2f>

Mantenga una altitud segura que permita una visión clara de los alrededores y proporcione una separación entre el dron y cualquier estructura, árbol u otro objeto del jardín. Para los drones más grandes de la subcategoría A3 que puedan transportar una carga pesada, mantenga una distancia mínima de al menos 10 metros por encima del árbol o estructura más alta de los alrededores.

Para los drones más pequeños de la subcategoría A1 con un peso al despegue de hasta 250 gramos, mantenga una distancia mínima de al menos 5 metros por encima del árbol o estructura más alta de las inmediaciones. Esto proporciona un margen para tener en cuenta cualquier obstáculo inesperado o variaciones en la elevación.

FIGURA 16  
**El piloto del dron mantiene una línea de visión con la aeronave mientras pilota**



Shutterstock: Raullazaro

- **Cuidado con la fauna**

Asegúrese de no molestar ni dañar a la fauna que habita el jardín. Evite volar demasiado cerca de zonas de anidamiento, dormideros o hábitats naturales de aves y otros animales.

- **Captar imágenes con respeto**

Si va a tomar fotos o vídeos, hágalo de forma que muestre la belleza del jardín sin invadir la intimidad o la santidad del espacio. Ten en cuenta el valor artístico y cultural del lugar y capta las imágenes de forma respetuosa. Ten en cuenta que a algunas personas puede no gustarles aparecer en el vídeo o las fotografías que estás tomando con un dron. Por lo tanto, evita las zonas con gente o pide permiso a las personas si quieres que aparezcan en tus imágenes.

- **Controlar la duración de la batería**

Controle la duración de la batería del dron y planifique los vuelos en consecuencia. Asegúrate de que tienes energía suficiente para devolver el dron con seguridad a la zona de aterrizaje designada sin arriesgarte a que se agote la batería.

- **Condiciones meteorológicas**

Comprueba las condiciones meteorológicas antes de volar y evita utilizar el dron en condiciones meteorológicas adversas, como vientos fuertes, lluvia intensa o baja visibilidad, que pueden comprometer la estabilidad y seguridad del vuelo. La velocidad máxima exacta del viento que puede soportar un dron pequeño dependerá de factores como su tamaño, peso, diseño y las directrices específicas del fabricante. Es fundamental consultar el manual de usuario del dron o las especificaciones proporcionadas por el fabricante para determinar sus límites operativos recomendados, incluida la velocidad del viento.

Cuando utilices el dron a una temperatura exterior superior a 40 °C (104 °F), asegúrate de que la temperatura de la batería no supere los 65 °C (149 °F). Si la temperatura de la batería alcanza este nivel, aterriza el dron inmediatamente.

Puede volar durante el día (30 minutos antes de la salida oficial del sol hasta 30 minutos después de la puesta oficial del sol, hora local) o en el crepúsculo si su dron dispone de iluminación anticollisión.

- **Preparación para emergencias**

Esté preparado para emergencias o situaciones inesperadas. Mantén un plan claro para hacer frente a problemas como la pérdida de señal, fallos en los equipos o aterrizajes de emergencia para minimizar cualquier posible daño o perjuicio.

Recuerde que el uso responsable de drones en jardines históricos no sólo garantiza la seguridad, sino que también ayuda a preservar la belleza y la integridad de estos espacios culturales y naturales. Prioriza siempre el bienestar del entorno, la fauna y las personas que puedan estar presentes en la zona.

### **3.2. *Mantenimiento y almacenamiento de drones en un jardín histórico***

Cuando se trata de mantener y almacenar zánganos en un jardín histórico, hay que tener en cuenta varias consideraciones para garantizar un cuidado adecuado y minimizar cualquier impacto en la integridad del jardín, como se muestra en la figura 17.

FIGURA 17<sup>20</sup>

**Pilares importantes a tener en cuenta para el mantenimiento y almacenamiento seguro de drones en jardines históricos**



Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

He aquí algunas directrices:

- **Mantenimiento periódico**

Programa revisiones periódicas de mantenimiento de su dron para mantenerlo en condiciones óptimas. Esto incluye la inspección visual de los drones y la limpieza de las hélices, la comprobación de la batería, asegurarse de que las actualizaciones del firmware están al día e inspeccionar la estructura general en busca de cualquier signo de desgaste o daño.

- **Almacenamiento**

Elegir un lugar de almacenamiento adecuado para un dron es esencial para garantizar su seguridad y longevidad.

Lo ideal es que la zona de almacenamiento esté limpia, seca y libre de riesgos ambientales que puedan dañar el dron o sus componentes.

Un entorno con temperatura controlada (generalmente entre 10 y 25 grados centígrados) es beneficioso para evitar el calor o el frío extremos, que pueden afectar negativamente al rendimiento de la batería y a la funcionalidad general del dron. Además, el lugar de almacenamiento debe ofrecer protección contra el polvo, la humedad y la luz solar directa, y estar alejado de cualquier fuente de magnetismo, ya que estos elementos pueden causar daños o deterioro.

El uso de una funda o bolsa de almacenamiento específica protege aún más el dron de posibles impactos o daños accidentales. Es importante mantener el dron alejado de zonas con mucho tránsito

<sup>20</sup> Drone blog (sin fecha). *9 Consejos para el correcto almacenamiento y mantenimiento de su dron.* <https://tinyurl.com/yuvkvt4v>

- COPTER.BG (2020, 21 de diciembre). *Mantenimiento y almacenamiento adecuados de drones.* <https://tinyurl.com/36ndt6h9>

de personas o donde pueda caerse, y asegurarse de que se guarda de forma segura para evitar el acceso no autorizado. Así, los mejores lugares para guardar un dron son un armario o una alacena, siempre que se cumplan las condiciones mencionadas. Seleccionando un lugar de almacenamiento adecuado, podrá prolongar la vida útil de su aparato y asegurarse de que se mantiene en condiciones óptimas para futuros vuelos (véase la figura 18).

FIGURA 18  
**Dron teledirigido guardado en un estuche rígido para su almacenamiento**



Shutterstock: Lukassek

- **Respetar las estructuras históricas**

Cuando almacene el dron, asegúrese de que está alejado de cualquier estructura o artefacto histórico delicado para evitar colisiones o alteraciones accidentales. El lugar de almacenamiento no debe obstruir los caminos ni impedir la circulación de los visitantes.

- **Cuidado de las pilas**

Siga las instrucciones del fabricante para el cuidado adecuado de las pilas. Guarde las pilas en un lugar fresco y seco, lejos de materiales inflamables. Evite dejar las pilas completamente cargadas o descargadas durante periodos prolongados, ya que esto puede afectar a su longevidad.

En la tabla 14 presentamos algunos ejemplos de las directrices del fabricante DJI para el uso de baterías<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> Soporte DJI. *Lista de comprobación de mantenimiento de drones*. <https://tinyurl.com/stxnksj5>

CUADRO 14

**Ejemplos de temperaturas para el uso de baterías de diferentes modelos de drones**

Temperatura de uso de la batería	Productos
-20° a 40°C (-4 ° a 104°F)	Inspire 2
-10° a 40°C (14 ° a 104°F)	Mavic Pro, Inspire 1 Series, Phantom 3 Series
0° a 40°C (32 ° a 104°F)	Spark, Serie Phantom 4

Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

Para garantizar una mayor vida útil de las baterías, evite cargarlas justo después del vuelo, ya que la temperatura de la batería podría ser demasiado alta. Para un mejor mantenimiento de las baterías, consulta con el fabricante del dron el rango de temperatura de carga, como el que se muestra en la tabla 15.

CUADRO 15

**Ejemplos de rango de temperatura de carga de diferentes modelos de drones**

Temperatura de carga	Productos
0° a 40°C (32 ° a 104°F)	Serie Inspire 1, Serie Phantom 3
5° a 40°C (41 ° a 104°F)	Spark, Mavic Pro, Inspire 2, Phantom 4 Series

Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

Una vez finalizada la carga, desconecte la batería del cargador y examínelo periódicamente para detectar cualquier daño en el enchufe, el cable, la carcasa u otras piezas.

Cuando la aeronave y las baterías vayan a estar almacenadas durante más de 3 meses, guárdelas a unos 25°C (77°F) en un lugar sombrío y oscuro y cargue y descargue completamente la batería una vez cada tres meses para mantener la salud de la batería. Además, descargue la batería entre un 40% y un 65% antes de guardarla. Almacenar una batería a plena potencia o a baja potencia durante mucho tiempo puede provocar daños permanentes.

- **Consideraciones sobre el ruido**

Los drones pueden generar ruido, lo que puede perturbar la tranquilidad del jardín histórico. Cuando almacene el dron, elija una ubicación que minimice el impacto sonoro sobre los visitantes y las estructuras cercanas.

- **Medidas de seguridad**

Asegúrese de que la zona de almacenamiento está protegida para evitar el acceso no autorizado o el posible robo del dron. Considera la posibilidad de utilizar medidas de seguridad adicionales, como candados o sistemas de vigilancia, si es necesario.

- **Cumplimiento de la normativa**

Manténgase al día de la normativa local relativa al almacenamiento y uso de drones. Cumpla las directrices o restricciones específicas relacionadas con el almacenamiento de drones dentro de las instalaciones del jardín.

- **Conocimiento de los visitantes**

Si la zona de almacenamiento es visible para los visitantes, considere la posibilidad de colocar señales o información para concienciar sobre la presencia de drones y destacar el uso responsable y el respeto por el entorno del jardín histórico.

Siguiendo estas pautas de mantenimiento y almacenamiento, puede garantizar la longevidad de su dron respetando el valor histórico y la tranquilidad del jardín. Prioriza siempre la seguridad, el cumplimiento de la normativa y la preservación de la integridad del jardín cuando te ocupes del mantenimiento y almacenamiento de drones en un entorno histórico.

### 3.3. **Requisitos legales para las operaciones con drones**

El Reglamento U-Space<sup>22</sup> establece y armoniza los requisitos necesarios para que las aeronaves tripuladas y no tripuladas operen con seguridad en el espacio aéreo U-Space.

FIGURA 19  
Espacio U



Fuente: AESA\_<sup>23</sup>

La Agencia Europea de Seguridad Aérea (AESA) establece la normativa para el funcionamiento de los drones en Europa.<sup>24</sup>

A partir del 31 de diciembre, 2020, los Reglamentos europeos 2019/947 y 2019/945<sup>25</sup> establecen el marco para la operación segura de UAS/drones civiles en los cielos europeos y afectan a todos los drones independientemente de su uso y tamaño. Los Reglamentos de la UE adoptan un enfoque basado en el riesgo y, como tal, no distinguen entre actividades con drones civiles de ocio o comerciales. Lo que tienen en cuenta es el peso y las especificaciones del dron civil y la operación que pretende realizar.

---

<sup>22</sup> Creada en 2013, U-Space es una solución de gestión del tráfico de aeronaves no tripuladas que permite aumentar el volumen de operaciones de drones complejas en entornos difíciles. Su objetivo es facilitar el uso eficiente y seguro de los drones, especialmente en zonas urbanas.

<sup>23</sup> AESA. *Espacio U*. <https://tinyurl.com/46fec2yz>

<sup>24</sup> AESA. *Drones (UAS)*. <https://tinyurl.com/ymvk43rd>

<sup>25</sup> AESA. *Normas de fácil acceso para sistemas de aeronaves no tripuladas (Reglamentos (UE) 2019/947 y (UE) 2019/945)*. <https://tinyurl.com/2x3k9krh>

El Reglamento utiliza el término UAS, Unmanned Aircraft System (Sistema aéreo no tripulado), para referirse a un dron, sus sistemas y todos los demás equipos utilizados para controlarlo y operarlo, como la unidad de mando, la posible catapulta para lanzarlo y otros.

Los RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems) son una subcategoría de los UAS, que incluye tanto los RPAS como los UAS totalmente autónomos. Los UAS totalmente autónomos vuelan completamente solos sin necesidad de intervención de ningún piloto.

### **3.3.1 Normativa europea y legislación nacional**

El Reglamento de la UE sobre drones es un acto de aplicación inmediata en todos los Estados miembros de la UE desde el 31 de diciembre, 2020 que sustituye a las normativas nacionales y hace que dejen de ser aplicables.

No obstante, los Estados miembros pueden elaborar leyes nacionales para definir determinados aspectos como:

1. Edad mínima para ser piloto a distancia
2. Conversión de certificados expedidos antes de la entrada en vigor del Reglamento de la UE
3. Autorización de clubes y asociaciones modelo
4. Multas por incumplimiento del Reglamento
5. Utilización de zonas geográficas

### **3.3.2 Categorías de operación de drones**

El Reglamento UE 2019/947 atiende a la mayoría de los tipos de operaciones y sus niveles de riesgo. Lo hace a través de tres categorías de operaciones: las categorías "abiertas", "específicas" y "certificadas". Este manual presenta únicamente la normativa sobre drones para las subcategorías "abiertas" A1-A3.

Las subcategorías A1-A3 cubren los vuelos con drones que plantean un riesgo bajo y, por tanto, no requieren autorización para operar, y la seguridad está garantizada siempre que el operador civil de drones cumpla los requisitos pertinentes para su operación prevista. Estas subcategorías A1-A3 son especialmente relevantes para los pilotos privados de drones.

Dondequiera que vuele un piloto, es probable que también tenga que pensar en la seguridad de las personas que se encuentren en la zona. Como norma general, cuando un piloto opera en la categoría "abierto", no está autorizado a sobrevolar a personas que no participen en el vuelo o la actividad del dron. Esto significa que hay que mantener la distancia adecuada con las personas y las propiedades. Esto es tanto por su propia seguridad como para respetar la privacidad de las personas.

### **3.3.3 Protocolo de drones**

Por la presente le facilitamos los pasos protocolarios necesarios que debe seguir para manejar un dron.

1. Todos los usuarios u organizaciones propietarios de un dron y que pretendan volar un dron deben registrarse como operadores en la página web de la Autoridad Nacional de Aviación (NAA) o ante otra organización reconocida y autorizada por la NAA y deben obtener el número de operador según la normativa europea (sección Registro de Operadores de UAS).
2. Una vez obtenido el número de operador, este número debe incluirse/adherirse de forma visible al dron.
3. El piloto de drones tiene que completar la formación en línea necesaria ofrecida por la Autoridad Nacional de Aviación, aprobar un examen de piloto y obtener una certificación oficial de competencia de piloto remoto válida para la AESA antes de volar un dron de 250 gramos o más.



4. El certificado/licencia UAS tiene una validez de 5 años Si la revalidación se realiza antes de que caduque el certificado, el piloto remoto puede asistir a un seminario impartido por la Autoridad Nacional de Aviación o por una entidad reconocida por ella; de lo contrario, es necesario volver a demostrar las competencias<sup>26</sup>.
5. Deberá contratarse una póliza de seguro que cubra la responsabilidad civil frente a terceros por los daños que puedan producirse durante y por la ejecución de cada vuelo que se realice, tanto con fines recreativos como profesionales.
6. Los drones equipados con cámaras deben llevar paracaídas o un sistema de aterrizaje automático que les permita aterrizar con seguridad si pierden potencia.
7. El piloto debe tener al menos 16 años.
8. Sólo se permiten vuelos durante el periodo de luz diurna (UDP).
9. La única categoría de drones que pueden volar cerca de las personas es la de los drones con una marca de clase C 2 o de categoría A2.

FIGURA 20  
Ejemplo de certificación/licencia UAS A1-A3



Fuente: DRONEAIR<sup>27</sup>



Los cuadros 16, 17 y 18 se extienden en detalles útiles relacionados con el protocolo de drones.

<sup>26</sup> Referencia normativa: DRONE.OPEN.070 (1) del Reglamento UE 2019/94

<sup>27</sup> DRONEAIR, Certificato EASA Drone A1/A3 + A2 + Pratica A2. <https://tinyurl.com/8t6x7zd5>

CUADRO 16

**Diferencia entre piloto y operador para la categoría UAS denominada “abierta”**

	<p><b>Un operador de drones</b> es cualquier persona u organización que posee o alquila uno o más drones registrados. Los fabricantes y/o minoristas de drones no registran drones. El propietario tiene que tomar la iniciativa de registrarse ante la Autoridad Nacional de Aviación, en el país de residencia o lugar principal de actividad. Es posible ser a la vez operador de drones y piloto a distancia si es la misma persona la que vuela realmente el dron. Sin embargo, es posible ser piloto remoto sin ser operador de drones si, por ejemplo, se es piloto y se trabaja para una empresa que presta servicios con drones. En ese caso, la empresa es el operador de drones y usted es el piloto remoto. En caso de que una persona compre un dron para volarlo en su tiempo libre, esta persona es a la vez el operador del dron y el piloto remoto. En caso de que una persona compre un dron para regalarlo, la persona que recibirá el regalo y luego pilotará el dron será el operador del dron y el piloto remoto.</p>
	<p><b>Un piloto de dron</b> es la persona que pilota realmente el dron, sin ser necesariamente su propietario o arrendatario.</p>

Fuente: AESA<sup>28</sup>

CUADRO 17

**Responsabilidades del operador de UAS/Drones**

<p><b>Seguros</b></p>	<p>El operador del dron debe disponer de un seguro adecuado, aunque el dron lo pilote otra persona. Para el seguro se refiere a la Autoridad Nacional de Aviación del país donde esté registrado el dron. Al tener un seguro para drones, usted proporciona cobertura para la responsabilidad del operador en caso de daños a la propiedad de terceros o lesiones a otras personas como resultado de la operación de su dron. Contratar un seguro para drones no solo es una buena idea, sino que es obligatorio si el dron pesa más de 20 kg. Si el dron pesa menos de 20 kg, no hay ningún requisito específico de seguro. Sin embargo, la mayoría de los Estados miembros de la AESA obligan a contratar un seguro de responsabilidad civil también si operas un dron más ligero. Encontrará información específica en los sitios web de las autoridades nacionales y en <a href="https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/drone-insurance">https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/drone-insurance</a>.</p>
<p><b>Inscripción</b></p>	<p>En el caso de los drones de categoría abierta, el operador del dron debe registrarse ante la Autoridad Nacional de Aviación. El número de registro es válido en todos los demás Estados miembros de la AESA. No es posible registrarse dos veces (<i>referencia normativa: artículo 14 del Reglamento UE 2019/947</i>).</p>
<p><b>Número de registro</b></p>	<p>Una vez que una persona se haya registrado como operador de drones, recibirá un número de identificación de registro. El número de identificación debe fijarse en el dron o drones que posea la persona.</p>
<p><b>Certificado de piloto</b></p>	<p>Antes de entregar cualquier dron, sería bueno comprobar que el piloto o pilotos designados han realizado la formación de piloto en línea necesaria, han aprobado el examen de piloto en línea y tienen un certificado de piloto válido.</p>

Fuente: Socio del proyecto STC (2023)

<sup>28</sup> AESA, Operador de drones y piloto de drones: ¿cuál es la diferencia? <https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/drone-operators-pilots>

CUADRO 18

**Cómo registrarse como operador de UAS/Drones en España y en Italia**

<p><b>Registro de UAS/Drones operador en España</b></p>	<p>En España, todos los operadores de drones deben estar registrados (el registro es gratuito) en la Dirección General de Aviación Civil (AENA) antes de utilizar un dron. El registro es gratuito y puede hacerse a través del <a href="#">siguiente enlace</a>. Este procedimiento será automático e inmediato si se utiliza un certificado digital. Además, es ilegal que cualquier persona que no sea AENA opere un dron de más de 25 kg a una altitud superior a 120 m, a menos que haya obtenido un permiso especial para hacerlo. Los drones sólo deben volarse durante las horas diurnas y no está permitido el vuelo nocturno.</p> <p>Más información:  <a href="#">Sección Drone de la Agencia Española de Aviación Civil</a>  <a href="#">España: registro como operador</a>  <a href="#">España Información general sobre formación en UAS/drones</a>  <a href="#">España Entidad de formación en UAS/drones para categoría abierta</a></p>
<p><b>Registro de operadores de UAS/Drones en Italia</b></p>	<p>Para ser reconocido como operador de UAS, una persona/organización debe registrarse correctamente en el portal <a href="#">d-flight</a> y adquirir el código de identificación europeo único y personal, en formato de código QR, que se colocará en cada uno de los UAS (drones) con los que opere.</p> <p>En Italia es obligatorio registrar a los operadores de UAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para todos los operadores que utilicen drones con un peso igual o superior a 250 g, a menos que estén clasificados como juguetes y cumplan la Directiva europea 2009/48/CE sobre la seguridad de los juguetes.</li> <li>2. Para operadores de drones de peso inferior a 250 g con características de alta velocidad (en caso de impacto pueden transferir energía cinética superior a 80 julios al cuerpo humano) y/o que instalen una cámara.</li> </ol> <p><b>Viajes al extranjero:</b> si un operador italiano tiene la intención de operar un UAS en países de la UE/EASA, debe consultar las instrucciones contenidas en la página web de la AESA "<a href="#">Viajar con drones</a>". Para los Estados no pertenecientes a la UE ni a la AESA, el operador debe consultar la <a href="#">página de la autoridad competente del Estado de destino</a>.</p> <p>Más información:  <a href="#">Agencia Italiana de Aviación Sección Drone</a>  <a href="#">Registro italiano como operador de drones UAS</a>  <a href="#">Formación italiana en UAS/drones</a></p>

Fuente: Socio del proyecto STC (2023)

**3.3.4 Legislación europea consolidada**

1. Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 consolidado que incluye cambios en el Reglamento de Ejecución (UE) 2020/639, el Reglamento de Ejecución (UE) 2020/746, el Reglamento de Ejecución 2021/1166 y el Reglamento de Ejecución (UE) 2022/425. ([enlace a la norma](#)).
2. Reglamento Delegado Consolidado (UE) 2019/945 que incluye cambios en el Reglamento Delegado (UE) 2020/1058. ([enlace a la norma](#)).
3. El Reglamento de Ejecución (UE) 2019/945 define los requisitos para el diseño y la fabricación de sistemas de aeronaves no tripuladas ("UAS") destinados a ser operados bajo las normas y condiciones definidas en el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 y de complementos de identificación remota.
4. Resolución de la Dirección de la AESA por la que se aprueban los escenarios estándar nacionales (STS-ES) para las operaciones de UAS en la categoría "específica" en virtud de una declaración operativa de conformidad con el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947. ([enlace a la norma](#)).

**3.4. Documentación para operaciones con drones en jardines históricos: Garantizar la conservación, el cumplimiento y la seguridad**

La utilización de drones en jardines históricos requiere una planificación cuidadosa, el cumplimiento de la normativa y la consideración del medio ambiente y las partes interesadas. Es fundamental hacer hincapié en la importancia de una gestión y un mantenimiento eficaces de la documentación, ya que desempeña un papel vital en la planificación meticulosa y el cumplimiento estricto de las directrices. Esto es especialmente importante para salvaguardar la conservación y seguridad de los inestimables tesoros culturales de los jardines históricos.

La siguiente tabla 19 presenta un amplio conjunto de documentos recomendados para trabajar eficazmente con drones en jardines históricos. Cada documento sirve a un propósito específico para garantizar el uso seguro y responsable de los drones al tiempo que se maximiza su potencial para la gestión y conservación de los jardines. Desde el cumplimiento de la normativa hasta la evaluación de riesgos, la evaluación del impacto ambiental y la planificación de la respuesta de emergencia, estos documentos proporcionan orientación para establecer operaciones con drones bien estructuradas y organizadas.

Además, el cuadro 19 subraya la importancia del aprendizaje y la mejora continuos mediante la incorporación de documentos para captar valiosas percepciones y lecciones aprendidas de operaciones anteriores. Los planes de comunicación con las partes interesadas y de compromiso con la comunidad también son esenciales para fomentar la transparencia, abordar las preocupaciones y mantener relaciones positivas con las comunidades y autoridades locales.

FIGURA 21  
**Comprobación de la documentación necesaria**



Fuente: Song\_about\_summer

**CUADRO 19**  
**Contenido de la documentación recomendada**

<b>Documento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Contenido recomendado</b>
<b>Normativa y políticas</b>	Este documento debe englobar todas las normativas y políticas pertinentes relativas a las operaciones de drones en jardines históricos. Es esencial revisar y actualizar este documento periódicamente para garantizar su cumplimiento y adaptarse a cualquier cambio necesario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normativa local que regula las operaciones con drones.</li> <li>• Permisos o autorizaciones necesarios.</li> <li>• Políticas y directrices específicas establecidas por la dirección o el órgano de gobierno del jardín histórico.</li> <li>• Restricciones de vuelo en zonas históricas: Restricciones en la altitud de vuelo; Restricciones en las trayectorias de vuelo; Restricciones en las horas de operación; Restricciones en las proximidades de lugares emblemáticos.</li> </ul>
<b>Evaluación de riesgos</b>	Este documento debe incluir información específica adaptada a las características únicas del jardín histórico. Es imperativo actualizar periódicamente este documento en respuesta a cualquier cambio en el entorno del jardín.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgos o peligros potenciales en el jardín histórico: árboles, edificios, estatuas, fuentes, vegetación delicada, tránsito de visitantes.</li> <li>• Condiciones meteorológicas: velocidad del viento, precipitaciones, visibilidad. Conjunto de procedimientos de emergencia: Mal funcionamiento del dron, pérdida de control, otras circunstancias imprevistas.</li> <li>• Mapa de jardines históricos con zonas de exclusión aérea.</li> </ul>
<b>Evaluación de impacto ambiental</b>	Una Evaluación de Impacto Ambiental evalúa los posibles efectos medioambientales de las operaciones con drones en el jardín histórico. Ayuda a identificar y mitigar cualquier impacto adverso sobre la flora, la fauna y el ecosistema circundante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de los efectos potenciales sobre la fauna y la vegetación.</li> <li>• Evaluación de los niveles de ruido y molestias para los residentes cercanos o la fauna.</li> <li>• Recomendaciones para minimizar el impacto medioambiental durante las operaciones con drones.</li> <li>• Planes de restauración o conservación del hábitat, si procede.</li> <li>• Protocolos de seguimiento para garantizar el cumplimiento permanente de las directrices medioambientales.</li> </ul>
<b>Plan de operaciones con drones</b>	Este documento fundacional debe esbozar una lista exhaustiva de planes previos al vuelo específicos para el jardín histórico en cuestión. El propósito de este documento es facilitar una planificación eficiente de las operaciones repetitivas, agilizando el proceso para futuros vuelos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo y personal.</li> <li>• Especificaciones del dron y la carga útil.</li> <li>• Procedimientos de mantenimiento e inspección.</li> <li>• Cualificación y formación de los operadores.</li> <li>• Funciones y responsabilidades del equipo de apoyo.</li> <li>• Procedimientos de vuelo: Protocolos de despegue y aterrizaje, operaciones en vuelo, consideraciones de altitud y trayectoria de vuelo, protocolos de comunicación, recogida de datos y procedimientos de almacenamiento.</li> <li>• Operaciones posteriores al vuelo: Análisis y procesamiento de datos, mantenimiento de equipos tras el vuelo, generación de informes y documentación, privacidad de los datos y medidas de seguridad.</li> <li>• Mejora continua y revisión y actualización del Plan de Operaciones.</li> <li>• Lista de control de operaciones con drones.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información de contacto para autoridades y partes interesadas.</li> </ul>
<b>Manual de procedimientos operativos para drones</b>	<p>Este documento esencial sirve de guía básica que describe los procedimientos para llevar a cabo operaciones con drones en un jardín histórico. Proporciona instrucciones claras sobre cómo debe llevarse a cabo la operación con drones, garantizando el cumplimiento de las mejores prácticas y los protocolos de seguridad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de comprobación previa al vuelo: inspeccionar el dron en busca de daños, calibrar los sensores y asegurarse de que el software y el firmware están actualizados.</li> <li>• Equipo de operación: operador; observador visual.</li> <li>• Restricciones de vuelo especificadas por las políticas y directrices del jardín histórico.</li> <li>• Distancia de seguridad de estructuras delicadas, vegetación y zonas de importancia cultural.</li> <li>• Seguridad de los visitantes del jardín durante las operaciones con drones.</li> <li>• Establezca límites claros o zonas restringidas.</li> <li>• Evite accesos no autorizados o posibles accidentes.</li> <li>• Requisitos específicos en materia de datos y protocolos de captura.</li> <li>• Cuestiones de privacidad relacionadas con visitantes o propiedades vecinas.</li> </ul>
<b>Registro de salida</b>	<p>Este documento sirve de registro exhaustivo para recoger cualquier incidente que pueda producirse.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incidentes que tengan lugar durante las operaciones de drones en el jardín histórico, garantizando un relato detallado de cualquier suceso digno de mención.</li> <li>• Anomalías descubiertas durante el mantenimiento rutinario y las inspecciones del equipo del dron, destacando cualquier irregularidad o desviación del rendimiento esperado, cualquier problema o desafío que no se hubiera previsto en la evaluación de riesgos inicial. Estos problemas inesperados son cruciales para tener en cuenta y revisar el plan de operaciones con drones, lo que permite realizar los ajustes y mejoras necesarios.</li> </ul>
<b>Registro de lecciones</b>	<p>El Registro de Lecciones sirve como repositorio para capturar valiosos conocimientos y lecciones aprendidas para mejorar la utilización de drones en jardines históricos. Se actualiza periódicamente cada vez que se adquieren nuevas lecciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecciones aprendidas y retroalimentación: cualquier lección aprendida de la experiencia práctica que contribuya a mejorar el uso de drones en jardines históricos. Abarca valiosos conocimientos adquiridos a través de operaciones pasadas.</li> <li>• Lecciones aprendidas sobre la utilización óptima de la información recogida por el dron para el mantenimiento del jardín histórico. Se centra en extraer información significativa de los datos recopilados y aprovecharla de forma eficaz.</li> </ul>
<b>Diario de vuelo</b>	<p>El registro de vuelos proporciona una relación detallada de cada vuelo de dron realizado en el jardín histórico. Sirve como valioso registro para supervisar los patrones de vuelo, garantizar el cumplimiento de la normativa y analizar los datos recopilados durante cada operación de vuelo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fecha y hora de cada vuelo.</li> <li>• Número de identificación y modelo del dron.</li> <li>• Propósito del vuelo (por ejemplo, estudio, seguimiento).</li> <li>• Duración del vuelo y distancia recorrida.</li> <li>• Lugares específicos y trayectorias de vuelo tomadas.</li> <li>• Datos recogidos durante el vuelo (por ejemplo, imágenes, vídeos, datos de sensores).</li> <li>• Cualquier incidente o problema surgido durante el vuelo.</li> </ul>
<b>Manual de procedimientos</b>	<p>En este documento se describen los protocolos de seguridad y los</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos de respuesta de emergencia en caso de accidentes, lesiones o mal funcionamiento de los</li> </ul>

<b>de seguridad y emergencia para drones</b>	procedimientos de respuesta ante emergencias para garantizar el funcionamiento seguro de los drones en el jardín histórico.	equipos de los drones. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Designación del personal responsable y sus funciones en situaciones de emergencia.</li> <li>• Protocolos de comunicación para alertar a las autoridades pertinentes o a las partes interesadas durante las emergencias.</li> <li>• Coordinación con los servicios de emergencia locales en caso necesario.</li> </ul>
<b>Plan de gestión de datos</b>	Este documento describe los procedimientos de recogida, almacenamiento, gestión y protección de los datos obtenidos de las operaciones con drones en el jardín histórico. Garantiza el cumplimiento de la normativa sobre privacidad de datos y establece protocolos para la copia de seguridad y el intercambio de datos con las partes interesadas pertinentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos de recogida de datos e instrumentos utilizados.</li> <li>• Ubicaciones de almacenamiento de datos y estrategias de copia de seguridad.</li> <li>• Políticas de conservación y archivo de datos.</li> <li>• Controles de acceso a los datos y permisos para el personal autorizado.</li> <li>• Protocolos de intercambio de datos con las autoridades o partes interesadas pertinentes.</li> <li>• Procedimientos de eliminación o borrado de datos cuando ya no sean necesarios.</li> </ul>
<b>Plan de análisis de datos y elaboración de informes</b>	Este plan describe los procedimientos para analizar los datos recogidos durante las operaciones con drones en el jardín histórico y crear informes basados en los resultados. Garantiza un procesamiento eficaz de los datos y la obtención de información útil para la toma de decisiones y la planificación futura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos de recogida de datos e instrumentos utilizados.</li> <li>• Ubicaciones de almacenamiento de datos y estrategias de copia de seguridad.</li> <li>• Políticas de conservación y archivo de datos.</li> <li>• Controles de acceso a los datos y permisos para el personal autorizado.</li> <li>• Protocolos de intercambio de datos con las autoridades o partes interesadas pertinentes.</li> <li>• Procedimientos de eliminación o borrado de datos cuando ya no sean necesarios.</li> </ul>
<b>Plan de comunicación con las partes interesadas</b>	El Plan de Comunicación con las Partes Interesadas detalla las estrategias de comunicación y los canales para relacionarse con las distintas partes interesadas, incluidos los visitantes del jardín, las autoridades locales y las organizaciones conservacionistas. Fomenta la transparencia y la colaboración en todas las operaciones con drones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las principales partes interesadas y sus intereses en las operaciones con drones.</li> <li>• Canales de comunicación (por ejemplo, sitio web, redes sociales, boletines informativos) para poner al día a las partes interesadas sobre las actividades de los drones.</li> <li>• Coordinación con las autoridades locales para resolver cualquier problema o cumplir la normativa.</li> <li>• Mecanismos de retroalimentación para recabar la opinión de las partes interesadas.</li> </ul>
<b>Plan de formación y educación</b>	El Plan de Formación y Educación describe los programas de formación y las iniciativas educativas para el personal que participa en las operaciones con drones. Garantiza que el equipo esté equipado con las habilidades y conocimientos necesarios para operar drones de forma segura y eficaz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de formación y temas tratados para operadores de drones y miembros de equipos de apoyo.</li> <li>• Frecuencia de la formación y oportunidades de desarrollo profesional continuo.</li> <li>• Recursos y materiales educativos para fomentar la seguridad de los drones y las buenas prácticas.</li> <li>• Requisitos de certificación o licencia para operadores de drones, si procede.</li> </ul>
<b>Inventario de drones y gestión de activos</b>	Este documento mantiene un inventario exhaustivo de todos los drones, equipos y accesorios utilizados en el jardín histórico. Ayuda a hacer un seguimiento de los activos, gestionar los calendarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de todos los drones y sus especificaciones (por ejemplo, modelo, número de serie).</li> <li>• Inventario de accesorios de drones (por ejemplo, baterías, hélices) y su estado.</li> </ul>

	de mantenimiento y garantizar la disponibilidad de recursos suficientes para las operaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de gestión de activos para realizar un seguimiento de la asignación de drones a diferentes operaciones.</li> <li>• Historial y programas de mantenimiento de cada dron.</li> </ul>
<b>Presupuesto y asignación de recursos</b>	Este documento describe el presupuesto y el plan de asignación de recursos para gestionar las operaciones con drones en el jardín histórico. Garantiza la disponibilidad de fondos y recursos adecuados para mantener un uso seguro y eficaz de los drones a lo largo del tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desglose presupuestario de los gastos de adquisición, mantenimiento y formación de drones.</li> <li>• Asignación de recursos para la gestión y el análisis continuos de los datos.</li> <li>• Planes de contingencia para gastos imprevistos o necesidades de recursos.</li> <li>• Control de los gastos para garantizar la rentabilidad.</li> </ul>

Fuente: Socio del proyecto Telewander ApS (2023)

Utilizando estos documentos recomendados, los gestores de jardines, los conservacionistas y los operadores de drones pueden racionalizar sus esfuerzos, mejorar las medidas de seguridad y contribuir eficazmente a la preservación y gestión sostenible de jardines de importancia histórica para disfrute de las generaciones futuras.

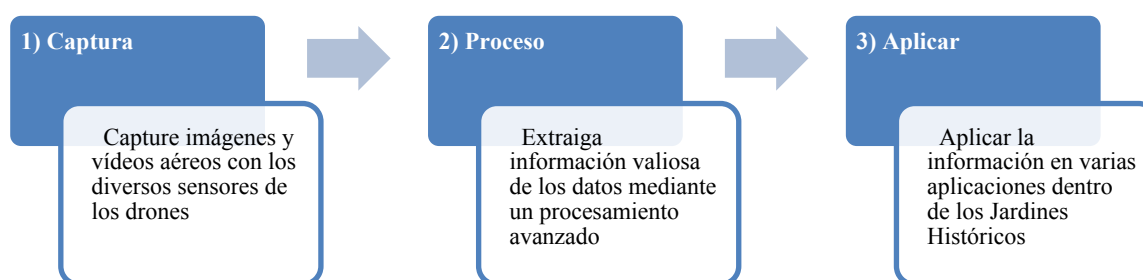
Tenga en cuenta que los documentos sugeridos son meras recomendaciones. Es fundamental adaptar el contenido y la estructura de estos documentos a sus necesidades y requisitos específicos. Es importante subrayar que los documentos sugeridos no sustituyen a ninguna documentación legalmente obligatoria. Como operadores de drones en jardines históricos, es su responsabilidad crear cualquier documentación obligatoria necesaria para las operaciones con drones en su país local y de acuerdo con los requisitos del jardín histórico.



#### 4. Recuperación de información útil de cámaras y sensores de drones

Para maximizar la utilidad y eficiencia de las operaciones con drones, es fundamental adoptar un enfoque sistemático. Capture imágenes y vídeos aéreos de alta calidad con los diversos sensores de los drones y, a continuación, extraiga información valiosa de estos datos mediante un procesamiento avanzado y aplíquela en diversas aplicaciones dentro del jardín histórico.

FIGURA 22  
Un enfoque sistemático para trabajar con drones en jardines históricos



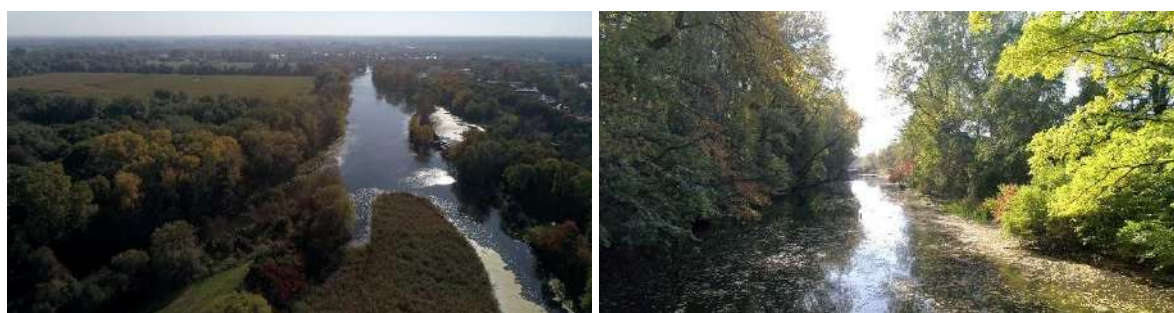
Fuente: Socio del proyecto Telewander ApS (2023)

##### 4.1. Captura de fotografías y vídeos aéreos

El uso de la fotografía y el vídeo con drones en jardines históricos ofrece numerosas ventajas que mejoran nuestra comprensión, apreciación y conservación de estos preciados espacios.

Los drones proporcionan una perspectiva aérea única que nos permite capturar imágenes impresionantes de los jardines, mostrando su grandeza arquitectónica, sus intrincados diseños y sus impresionantes paisajes. Esta vista de pájaro nos permite documentar y supervisar el estado de las estructuras históricas, la vegetación y los caminos, facilitando las tareas de mantenimiento y restauración.

FIGURAS 23 Y 24  
El complejo de palacios y jardines de Wilanów con la reserva natural de Morysin y el Canal Sobieski en Wilanów -estación otoñal-, Polonia



Fuente: Archivos del Museo del Palacio del Rey Jan III en Wilanów

Las imágenes de drones también son una valiosa herramienta educativa que nos permite crear experiencias interactivas, visitas virtuales y recursos educativos que dan vida a la historia y la importancia cultural del jardín.

Además, las grabaciones con drones pueden utilizarse con fines promocionales, atrayendo visitantes, fomentando el turismo y generando apoyo para iniciativas de conservación. Aprovechando las ventajas de la fotografía y el vídeo con drones, podemos explorar y apreciar los jardines históricos

desde nuevas perspectivas, preservando su belleza y su patrimonio para que lo disfruten las generaciones futuras.

#### 4.2. Extracción de información de fotos, vídeos y otros sensores de drones

FIGURA 25  
Información recibida de un dron



Fuente: Scharfsinn

Los drones equipados con sensores avanzados pueden captar gran cantidad de datos valiosos, lo que permite a los expertos obtener información sin precedentes sobre el estado y la dinámica de estos preciados paisajes culturales.

En la tabla 20, presentamos un resumen de los datos recogidos por diversos sensores utilizados habitualmente en drones para vigilar jardines históricos. Cada sensor sirve a un propósito único, capturando tipos específicos de información que contribuyen a la comprensión integral y la conservación eficaz de estos valiosos sitios patrimoniales.

CUADRO 20  
Datos de los sensores de los drones

Sensor	Tipo de datos	Formato de los datos	Aplicaciones	Ventajas
<b>Cámaras RGB</b>	Imágenes y vídeo RGB	Archivos de imagen (p. ej., JPEG, PNG) y archivos de vídeo (p. ej., MP4)	Registros visuales detallados del diseño y la arquitectura del jardín	Básico y de uso común, proporciona imágenes de luz visible como el ojo humano
<b>Sensores multiespectrales</b>	Datos multiespectrales	Archivos de imagen con varias bandas (por	Evaluación de la salud y el estrés de la	Captura múltiples bandas espectrales, incluido el

		ejemplo, TIFF)	vegetación	infrarrojo para el análisis de plantas
<b>Cámaras térmicas</b>	Imágenes térmicas	Archivos de imagen (por ejemplo, TIFF)	Evaluación de las temperaturas superficiales y las firmas térmicas	Detecta diferencias de temperatura, útil para identificar problemas
<b>LiDAR</b>	Mapas del terreno en 3D	Datos de nubes de puntos (por ejemplo, LAS)	Cartografía precisa de la topografía y las características del paisaje	Proporciona mapas 3D de gran precisión gracias a la tecnología láser
<b>Sensores químicos y de gas</b>	Datos químicos y de gases	Datos numéricos (por ejemplo, ppm para los gases)	Control de la calidad del aire y detección de contaminantes	Identifica gases y contaminantes específicos, evaluando los riesgos medioambientales.
<b>Sistema de Posicionamiento Global (GPS)</b>	Datos de geolocalización	Datos geoespaciales (por ejemplo, coordenadas GPS)	Cartografía precisa y detección de cambios	Permite un posicionamiento y navegación precisos durante los vuelos

Fuente: Socio del proyecto Telewander ApS (2023)

Las cámaras RGB, los sensores más fundamentales y utilizados, proporcionan imágenes de alta resolución en luz visible, similares a las que percibe el ojo humano. Por su parte, los sensores multispectrales van más allá del espectro visible para detectar longitudes de onda específicas, lo que permite a los expertos evaluar la salud de la vegetación, los niveles de nutrientes y la presencia de enfermedades, entre otras cosas. Las cámaras térmicas, capaces de captar la radiación térmica, ayudan a identificar variaciones de temperatura y posibles problemas en las estructuras de los jardines. Los sensores LiDAR ofrecen mapas tridimensionales de gran precisión que revelan la topografía y las sutiles características del paisaje, fundamentales para el análisis de la erosión y la planificación de la restauración. Los sensores de gases y sustancias químicas contribuyen a la vigilancia medioambiental, identificando contaminantes y riesgos potenciales. Por último, los sensores GPS garantizan datos de geolocalización precisos, esenciales para la cartografía exacta y la integración con otros conjuntos de datos espaciales.

Para extraer información valiosa de la ingente cantidad de datos recogidos por los sensores de los jardines históricos, los expertos emplean técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes, algoritmos de aprendizaje automático y software especializado. Estas tecnologías permiten un análisis eficiente de los datos, lo que proporciona una visión más profunda del estado del jardín al tiempo que optimiza el tiempo y los recursos.

Los algoritmos de visión por ordenador desempeñan un papel crucial en el análisis automático de imágenes y vídeos captados por drones, facilitando la identificación de características específicas como elementos arquitectónicos, artefactos históricos o especies invasoras. Además, estos algoritmos tienen la capacidad de detectar cambios en la densidad de la vegetación, variaciones de color o anomalías estructurales, señalando eficazmente las zonas que requieren una mayor investigación o intervención.

Los ejemplos de software presentados en la tabla 21 son herramientas esenciales que ayudan a procesar y analizar los datos recogidos por los sensores de los drones. Desde el software avanzado de edición de imágenes y fotogrametría hasta los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las herramientas de edición de vídeo, estas soluciones informáticas desempeñan un papel crucial a la hora de generar perspectivas procesables, apoyar la investigación histórica, mejorar las experiencias de los visitantes y fundamentar los procesos de toma de decisiones en la conservación y gestión de los jardines históricos.

CUADRO 21  
Aplicaciones de datos y soluciones de software para jardines históricos

<b>Entrada de datos</b>	<b>Salida de datos</b>	<b>Ejemplos de software</b>	<b>Descripción</b>
<b>Imágenes y vídeo RGB</b>	Documentación y mejora de las imágenes	PS (Adobe Photoshop), GIMP, Corel PS Pro	Registros visuales precisos de la disposición y la arquitectura de los jardines. Básicas y de uso común, proporcionan imágenes de luz visible como el ojo humano.
<b>Datos multiespectrales</b>	Estudiar el estado y los aspectos ecológicos	AM (Agisoft Metashape), Pix4D, DroneDeploy	Evaluación de la salud y el estrés de la vegetación. Captura múltiples bandas espectrales, incluido el infrarrojo para el análisis de plantas.
<b>Imágenes térmicas</b>	Planificación y diseño paisajístico	AM (Agisoft Metashape), Pix4D, DroneDeploy	Evaluación de las temperaturas superficiales y las firmas térmicas. Detecta diferencias de temperatura, útiles para identificar problemas.
<b>Mapas del terreno en 3D</b>	Evaluaciones de estado y mantenimiento	AM (Agisoft Metashape), Pix4D, DroneDeploy	Cartografía precisa de la topografía y las características del paisaje. Proporciona mapas 3D de gran precisión mediante tecnología basada en láser.
<b>Datos químicos y de gases</b>	Investigación y análisis	ArcGIS (Esri), QGIS, Global Mapper	Control de la calidad del aire y detección de contaminantes. Identifica gases y contaminantes específicos, evaluando los riesgos medioambientales.
<b>Datos de geolocalización</b>	Cartografía y detección de cambios	ArcGIS (Esri), QGIS, Global Mapper	Cartografía precisa y detección de cambios. Permite un posicionamiento y una navegación precisos durante los vuelos.
<b>Imágenes y vídeo RGB, datos multiespectrales, imágenes térmicas, LiDAR, datos químicos y de gases, datos de geolocalización</b>	Mejora de la experiencia de los visitantes	Premiere Pro, Final Cut Pro, DaVinci Resolve, 3DVista	Premiere Pro, Final Cut Pro, DaVinci Resolve, 3DVista

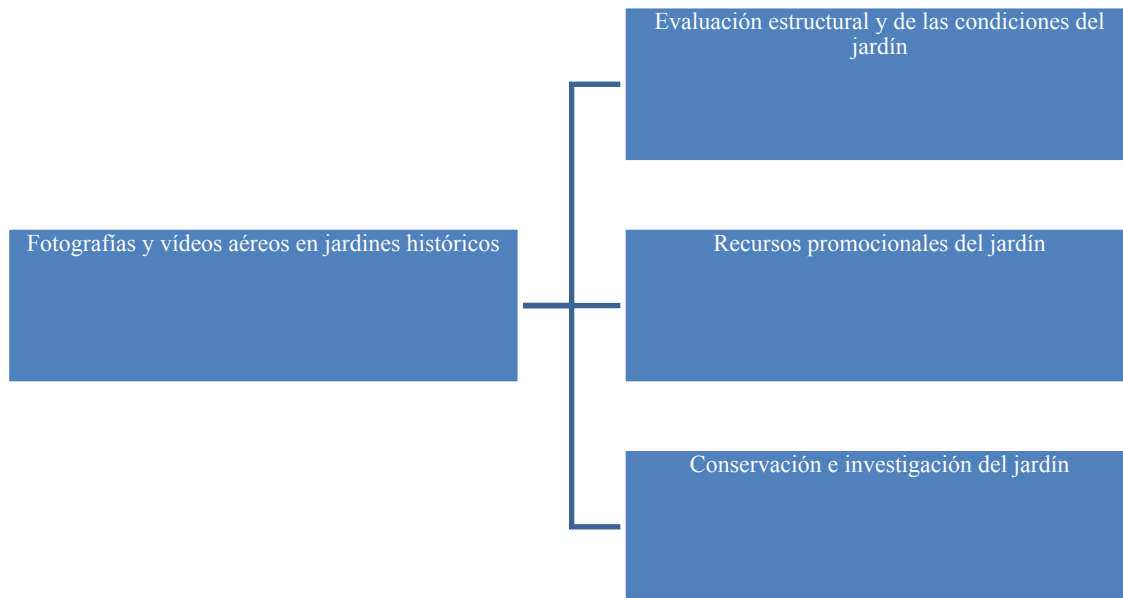
Fuente: Socio del proyecto Telewander ApS (2023)

#### **4.3. Tipos de aplicaciones de las fotos y vídeos aéreos**

Todos los tipos de fotos y vídeos aéreos que pueden utilizarse en los jardines históricos para su mantenimiento y gestión pueden dividirse en tres categorías principales.

FIGURA 26

*Tipos de aplicaciones de fotografías y vídeos desde drones en jardines históricos*



Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

### **Evaluación estructural y de las condiciones del jardín**

Las evaluaciones estructurales y del estado de los jardines históricos ayudan a identificar posibles problemas estructurales o vulnerabilidades en las estructuras del jardín, permiten identificar riesgos para la seguridad y proporcionan datos valiosos para la investigación y la documentación histórica. Además, las evaluaciones estructurales y del estado de conservación contribuyen al desarrollo de planes integrales de conservación. La evaluación estructural y de las condiciones del jardín de categoría incluye las siguientes seis aplicaciones de drones.

FIGURA 27<sup>29</sup>

### **Uso de drones para la evaluación estructural y del estado de jardines históricos**

<sup>29</sup> Cielos visuales (2023, 23 de mayo). *Historia en 3D: Escaneado con drones para la conservación del patrimonio*. <https://tinyurl.com/5ecv565j>  
 Historic England, (2015, 1 de abril). *Drones for Heritage Uses*. <https://tinyurl.com/4txp2may>



Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

- **Evaluación general del jardín**

Capta imágenes aéreas que ofrezcan una visión general de todo el jardín. Esto ayuda a identificar problemas a gran escala, como zonas que necesitan restauración o mantenimiento, problemas de drenaje o cambios en los patrones de vegetación.

- **Inspecciones estructurales<sup>30</sup>**

Utilice la fotografía aérea para inspeccionar los tejados, las fachadas y otras zonas de difícil acceso de las estructuras históricas dentro del jardín. Las torres altas, las agujas, las estatuas y los campanarios son extremadamente difíciles y peligrosos de alcanzar para una persona, por no hablar de su sensibilidad. La fotografía aérea puede ayudar a detectar signos de daños, degradación o necesidad de reparaciones. Si necesita acercarse más a un elemento estructural o a alguna vegetación, se recomienda utilizar drones más pequeños de la subcategoría A1, ya que son ligeros y tienen menos riesgos de dañar cualquier parte del jardín histórico.

FIGURA 28

**Esculturas históricas y elementos de fachada en el exterior del castillo de Miramare en Trieste, Italia**

<sup>30</sup> Ingenieros con drones (s.f.). *Inspección histórica de edificios*. [bit.ly/3YbXOIv](https://bit.ly/3YbXOIv)



Shutterstock: Mauro Carli

- **Control de la salud y el crecimiento de los árboles**

Las imágenes aéreas permiten controlar la salud y el crecimiento de los árboles del jardín. Las fotos y los vídeos pueden revelar signos de enfermedad, estrés o invasión de otros elementos del jardín, lo que ayuda a intervenir y gestionar los árboles a tiempo.

- **Evaluación de vías e infraestructuras**

Documenta desde arriba el estado de caminos, puentes y otros elementos de la infraestructura del jardín. Ayuda a identificar las zonas que requieren mantenimiento, como grietas, superficies irregulares o signos de desgaste. Los drones ayudan a agilizar este trabajo al detectar los problemas en cuestión de minutos, con lo que se acelera el tiempo de reparación del jardín, lo que se traduce en un mejor mantenimiento de los jardines históricos.

-

- **Evaluación del drenaje y el riego**

Las imágenes aéreas pueden utilizarse para evaluar la eficacia de los sistemas de drenaje y las redes de riego del jardín. Detectar problemas como atascos, agua estancada o una distribución desigual resulta más fácil desde una perspectiva aérea.

- **Cartografía de la vegetación**

Cree mapas aéreos e imágenes que destaquen la distribución y densidad de la vegetación dentro del jardín. Esta información puede ayudar a planificar el jardín, identificar especies invasoras o supervisar el crecimiento de determinadas plantaciones.

FIGURA 29

**Cartografía de la vegetación mediante un dron que muestra los mapas de salud del índice de vegetación de diferencia normalizada en el campo**



Shutterstock: Zapp2Photo

### **Recursos promocionales del jardín**

La creación de material promocional para los jardines históricos es importante, ya que ayuda a darlos a conocer, generar interés y atraer visitantes a estos espacios únicos y culturalmente significativos. Existen cuatro aplicaciones principales de los drones que pueden tenerse en cuenta en la categoría de recursos promocionales de los jardines. Véase la figura 29.

-



- **Material promocional**

Capture impresionantes imágenes aéreas para crear vídeos promocionales o folletos que muestren la belleza y las características únicas del jardín histórico. Estas imágenes pueden atraer visitantes, promover el turismo y destacar la importancia histórica del jardín.

- **Documentación de eventos**

Documente eventos especiales, festivales o reuniones celebrados en el jardín histórico desde una perspectiva aérea. Las fotos y vídeos aéreos pueden captar la escala, el ambiente y el impacto visual de estos eventos, creando registros memorables para organizadores y participantes.

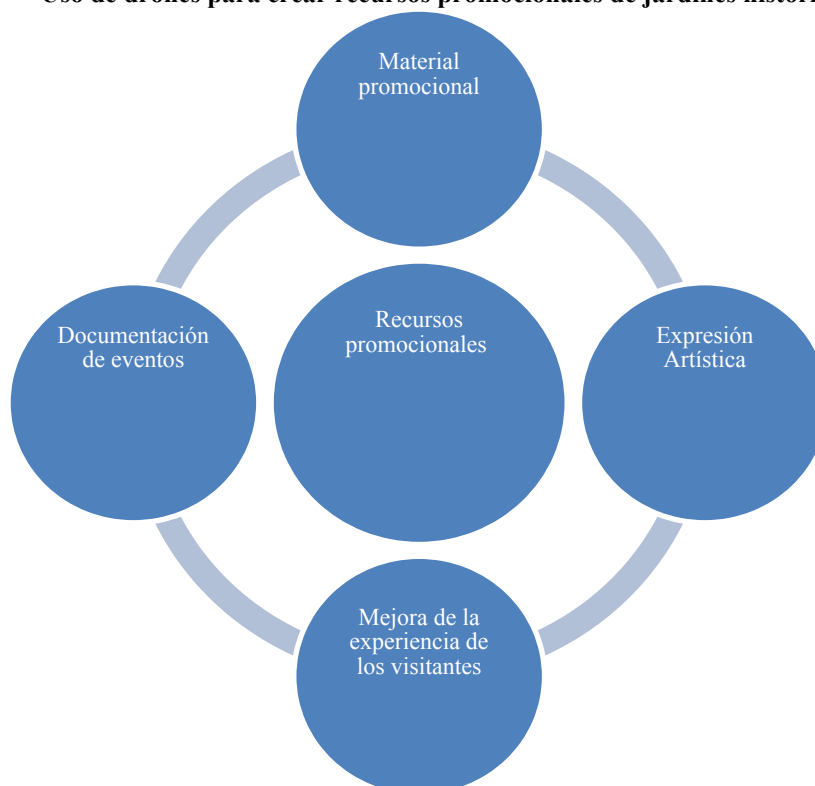
- **Mejora de la experiencia de los visitantes**

Mejore la experiencia del visitante ofreciendo mapas interactivos o visitas virtuales del jardín utilizando imágenes aéreas. Los visitantes pueden explorar distintas secciones del jardín, ver estructuras históricas y conocer puntos de interés a través de plataformas online inmersivas o aplicaciones móviles. Esto atraerá aún más interés y futuros visitantes a los jardines, aunque aún no puedan venir a visitarlo personalmente.

- **Expresión artística**

Anime a artistas, fotógrafos y cineastas a explorar el jardín histórico mediante la fotografía y el vídeo aéreos. Estos trabajos creativos pueden captar la belleza estética del jardín, evocar emociones e inspirar nuevas perspectivas sobre su importancia histórica y cultural, así como difundir el jardín entre sus seguidores.

FIGURA 30  
**Uso de drones para crear recursos promocionales de jardines históricos**



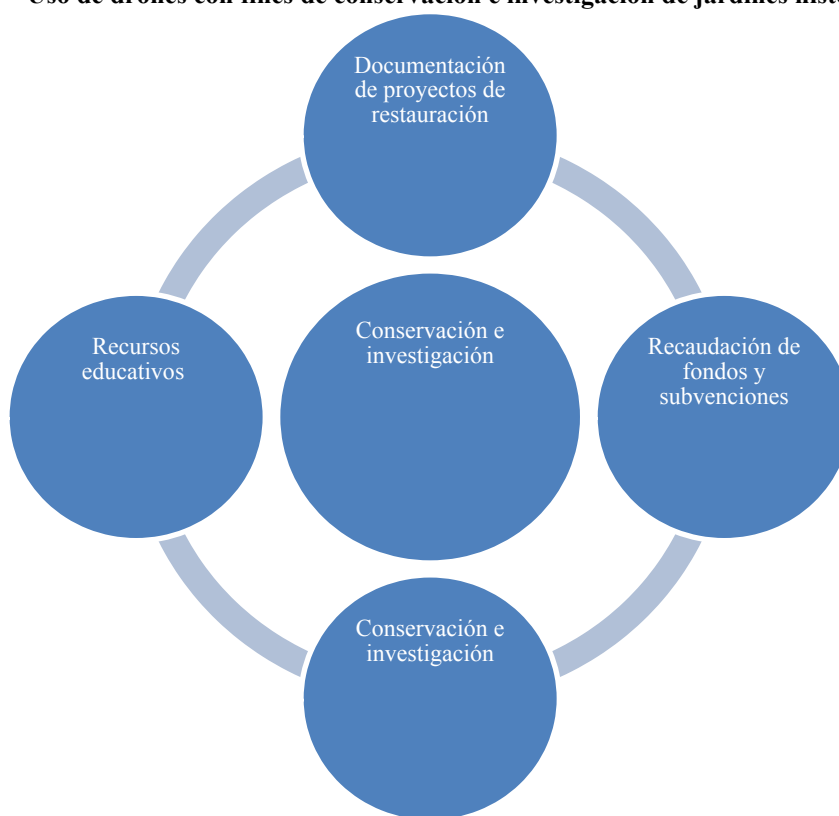
Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

## Conservación e investigación del jardín

La conservación y la investigación de los jardines históricos son cruciales para preservar su importancia cultural e histórica. La conservación permite salvaguardar estos tesoros de valor incalculable, protegiéndolos del deterioro, el impacto ambiental y el paso del tiempo. La investigación desempeña un papel vital para comprender la historia del jardín, identificar las intenciones del diseño original y fundamentar los proyectos de restauración.

En esta categoría se pueden destacar cuatro aplicaciones principales de los drones, como se ve en la figura 31.

FIGURA 31<sup>31</sup>  
Uso de drones con fines de conservación e investigación de jardines históricos



Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

- **Documentación de proyectos de restauración**

La fotografía y la videografía aéreas son herramientas valiosas para documentar el progreso y los resultados de los proyectos de restauración del jardín histórico. Proporcionan una visión completa de

---

<sup>31</sup> Krátký, V. & Petráček, P. (2021). Safe Documentation of Historical Monuments by an Autonomous Unmanned Aerial Vehicle (Documentación segura de monumentos históricos con un vehículo aéreo autónomo no tripulado). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10 (11), 738. <https://doi.org/10.3390/ijgi10110738>; Bentkowska-Kafel, A., y MacDonald, L. (Eds.). (2017). *Técnicas digitales para documentar y preservar el patrimonio cultural*. Arc Humanities Press: York, Reino Unido, 2017. [bit.ly/3DuHWr9](https://bit.ly/3DuHWr9)

los cambios realizados y pueden utilizarse para registros históricos y futuras referencias. Véase la figura 32.

- **Conservación e investigación<sup>32</sup>**

Las imágenes aéreas pueden ayudar en los esfuerzos de conservación y los proyectos de investigación dentro del jardín histórico. Utilice fotos y vídeos tomados con drones para controlar los cambios en la vegetación, rastrear la biodiversidad, estudiar los hábitats de la fauna salvaje o documentar elementos arqueológicos que puedan estar presentes.

- **Recaudación de fondos y subvenciones**

Utilice imágenes aéreas de alta calidad para apoyar campañas de recaudación de fondos o solicitudes de subvenciones para proyectos de conservación y restauración. Unas imágenes de dron convincentes pueden ayudar a las partes interesadas y a las organizaciones de financiación a comprender la importancia del jardín y sus necesidades de conservación.

Cuando se utilizan drones para aplicaciones fotográficas y de vídeo en jardines históricos, es esencial dar prioridad a la seguridad, respetar las experiencias de los visitantes y cumplir la normativa local. Trabajar en colaboración con las autoridades, historiadores y expertos de los jardines puede ayudar a garantizar que las imágenes obtenidas con drones sirvan para el propósito previsto, preservando al mismo tiempo la autenticidad e integridad del jardín.

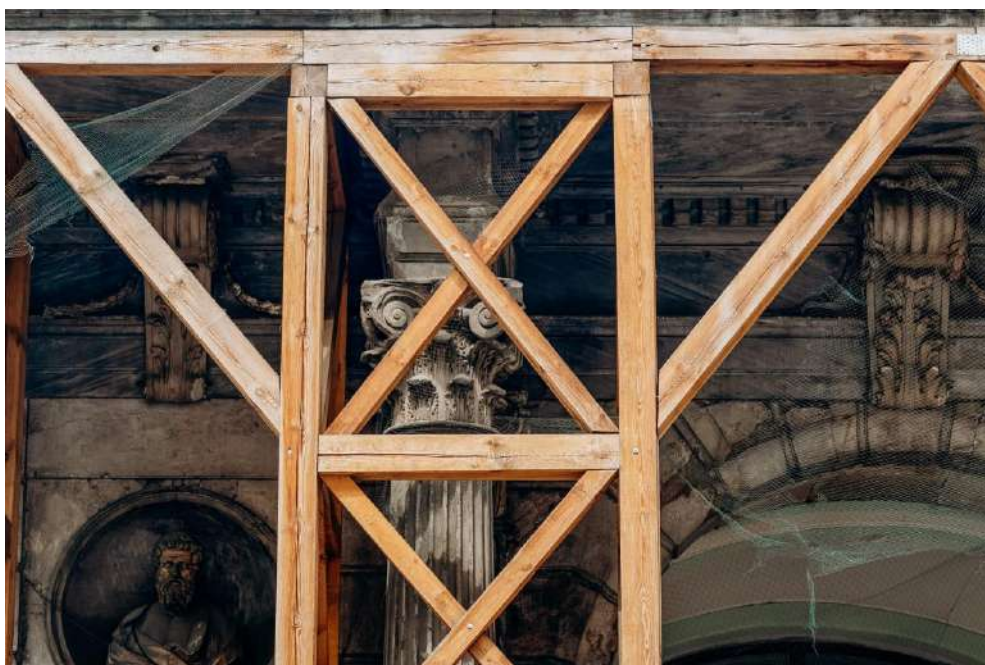
- **Recursos educativos**

Utilice imágenes aéreas para desarrollar recursos educativos sobre la historia, la arquitectura y el diseño paisajístico del jardín. Combina imágenes de drones con información histórica para crear presentaciones atractivas e informativas o exposiciones interactivas.

FIGURA 32  
**Proceso de restauración de la estructura de un edificio histórico**

---

<sup>32</sup> Bacco, M., Barsocchi, P., Cassará, P., Germanese, D., Gotta, A., Leone, G.R., Moroni, D., Pascali, M.A. & Tampucci, M. (2020). Monitorización de edificios antiguos: Real Deployment of an IoT System Enhanced by UAVs and Virtual Reality. *IEEE Access*, 8, 50131-50148. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9034055>



Shutterstock: tomeqs

## 5. Aplicaciones de los drones a la gestión y conservación de jardines históricos

### 5.1. *Vigilancia e inspección periódicas de jardines históricos mediante drones*

Bajo la presión de los cambios climáticos y socioeconómicos, la gestión, incluida la vigilancia, el seguimiento y la inspección de los jardines históricos, está experimentando un periodo de fuertes cambios y evolución debido a las nuevas tecnologías y los avances técnicos.

En efecto, para que la gestión de los jardines históricos sea concretamente sostenible tanto desde el punto de vista económico como medioambiental, es necesario racionalizar el uso de los recursos humanos y naturales.

El uso de la tecnología de drones muestra todo su potencial para apoyar las actividades de gestión y mantenimiento de espacios verdes, allanando el camino para la progresiva automatización y virtualización de los procedimientos y tareas diarias de los operarios que trabajan en jardines históricos, donde es especialmente importante recopilar información de referencia que permita la supervisión continua y las inspecciones ad hoc que se necesitan para perfeccionar continuamente las técnicas de gestión.

Los drones utilizados para levantamientos rápidos y cartografiar zonas crean una serie de imágenes ortográficas fijas que se procesan después del vuelo y se unen, detectando puntos idénticos, para crear una nube de puntos 3D de la que se toman ortomosaicos. Los ortomosaicos son mosaicos de múltiples imágenes aéreas que juntas forman un conjunto de datos. Estos datos son útiles para los flujos de trabajo del modelado de información de construcción (BIM) y pueden utilizarse como base para cálculos de corte y relleno y clasificación, entre otros muchos procesos computacionales (Cureton, 2020)<sup>33</sup>. Los drones también pueden utilizarse para obtener una perspectiva aérea de un emplazamiento para un cliente, para hacer un vídeo documental de la zona...<sup>34</sup> como inundaciones o inspección de infraestructuras.

En lo que respecta a la vigilancia e inspección de la vegetación, la tecnología de los drones desempeña un papel importante en los jardines y paisajes históricos: Gracias a la tecnología de los drones, los

<sup>33</sup> Cureton, P. (2020). *Drone Futures: UAS in Landscape and Urban Design*, Oxon: Routledge

<sup>34</sup> Cureton P., Shilton M. & Schroth, O. (2022) *Drones in Landscape Practice* (2nd ed.), Landscape Institute, Technical Information Note of 22/02/2022. <https://tinyurl.com/3625vupa>

jardineros tienen la posibilidad de cartografiar árboles, obras de arte arquitectónicas, flores y toda la vegetación de los jardines.

Los drones permiten a los operadores inspeccionar árboles individuales que crecen en zonas abiertas (Scher et al., 2019)<sup>35</sup> y tienen el potencial de registrar cuándo está brotando y floreciendo cada planta y de monitorizar la estructura, la tasa fotosintética y la temperatura de los árboles. En tan solo unas horas, un dron podría sobrevolar cientos o miles de plantas y tomar imágenes digitales detalladas de todas ellas. Utilizando imágenes de días y semanas sucesivos, sería posible determinar la fenología detallada de todas las plantas de una colección, aunque emparejar las plantas de un vuelo al siguiente sigue siendo un reto importante. Del mismo modo, las cámaras digitales fijas tienen el potencial de automatizar las observaciones de floración y deshojado (Chen et al., 2019)<sup>36</sup>.

Más drones pueden ayudar en la supervisión del riego, la programación y la cartografía <sup>37</sup> y ayudar a los jardineros a preservar los jardines históricos y existen infinitas oportunidades de crecimiento como jardineros si están abiertos a la idea de aprender y trabajar con la tecnología. Utilizar un dron en jardinería puede mejorar y hacer más seguro el trabajo diario.

En la tabla 22 se detalla cómo pueden ayudar los drones a la gestión de los jardines históricos y en la tabla 23 se explican las ventajas de utilizar drones para inspeccionar jardines históricos.

CUADRO 22  
Drones y gestión de jardines históricos

Cómo pueden ayudar los drones a gestionar los jardines históricos	
<b>Topografía</b>	Registro de datos biológicos cualitativos o cuantitativos mediante técnicas estandarizadas fácilmente repetibles durante un periodo restringido sin prejuicios sobre los resultados.
<b>Supervisión</b>	Comprobación continua con fines de control para reaccionar rápidamente a los cambios y de comparación de encuestas repetidas. Es muy importante que los estudios iniciales (de referencia) se realicen siguiendo un método normalizado y descrito, y que los resultados estén plenamente documentados para que puedan repetirse.
<b>Inspección</b>	Evaluar los cambios o desviaciones con respecto a los resultados previstos o requeridos.

Fuente: Socio del proyecto STC (2023)

FIGURA 33  
El Laberinto, Jardín Garzoni de Collodi, Italia

<sup>35</sup> Scher, C. L., Griffoul, E., & Cannon, C. H. (2019). Fotogrametría basada en drones para la construcción de modelos de alta resolución de árboles individuales. *Trees*, 33, 1385-1397

<sup>36</sup> Chen, B., Jin, Y. & Brown, P. (2019). Un índice de floración mejorado para cuantificar la fenología floral utilizando observaciones de teledetección multiescala. *Revista de fotogrametría y teledetección de la ISPRS*, 156, 108-120.

<sup>37</sup> Hashem, A., & Hamilton, M. (julio de 2020). Las imágenes de UAV ofrecen múltiples aplicaciones de riego. *Irrigation Today*. <https://tinyurl.com/4k79dck2>



Fuente: Socio del proyecto STC (2023)

**CUADRO 23**  
**Principales ventajas de las encuestas con drones**

<b>Ventajas del uso de drones para inspeccionar jardines históricos</b>	
<b>Eficacia</b>	Las inspecciones con drones pueden cubrir grandes áreas de forma rápida y eficaz, reduciendo el tiempo y el coste de los métodos de inspección tradicionales. Los reconocimientos con drones permiten cubrir amplios territorios de forma rápida y eficaz, lo que en última instancia minimiza los gastos y el tiempo que consumen las técnicas de reconocimiento convencionales.
<b>Precisión</b>	Los drones pueden captar imágenes y datos muy detallados, proporcionando mediciones precisas y modelos tridimensionales de un lugar.
<b>Seguridad</b>	Los drones pueden acceder a zonas de difícil acceso, reduciendo la necesidad de que los trabajadores se suban a andamios o utilicen equipos pesados.
<b>Flexibilidad</b>	Los drones pueden utilizarse en diversos entornos, como zonas urbanas, lugares remotos y entornos peligrosos.

Fuente: Socio del proyecto STC (2023)

Los drones utilizados para topografía, vigilancia e inspección están equipados con cámaras a bordo que toman fotos del terreno desde distintos puntos en el aire. Las imágenes se etiquetan con coordenadas geográficas captadas por un sensor GNSS instalado en el dron que indica exactamente dónde se encuentra la imagen en el espacio.

Para obtener datos precisos, eficaces y rentables con drones, existen varios métodos. Comprender estos métodos puede ser útil para seleccionar la técnica más adecuada para el trabajo a realizar. Véase el cuadro 24.

**CUADRO 24**  
**Tipos más comunes de métodos de topografía con drones**

<b>Tipo de encuesta con drones</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicaciones</b>
<b>Fotogrametría aérea</b>	<p>Durante una inspección con dron y cámara digital, el terreno se fotografía varias veces desde distintos ángulos, y cada imagen se etiqueta con coordenadas. Una serie de imágenes superpuestas para generar mediciones y modelos y datos de elevación. La fotogrametría es el proceso de medición, registro e interpretación de fotografías para crear un modelo espacial y mapas en 2D y 3D. En fotografía digital, el factor más significativo es el tamaño del sensor, que determina la calidad de los resultados.</p>	<p>Utilizado habitualmente para crear mapas topográficos, también es útil para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Patrimonio cultural</li> <li>● Vigilancia de jardines</li> <li>● Inspección de infraestructuras</li> <li>● Uso del suelo</li> <li>● Comercialización</li> </ul>
<b>Detección</b>	<p>Una encuesta de detección recoge datos en forma de luz y color mediante la detección de diferentes longitudes de onda de radiación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Control de plagas</li> </ul>
<b>Modelado 3D</b>	<p>Cree modelos 3D muy detallados de estructuras, paisajes u objetos utilizando técnicas de fotogrametría o LiDAR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Patrimonio cultural</li> <li>● Arquitectura,</li> <li>● Gestión de catástrofes</li> <li>● Urbanismo</li> </ul>
<b>Topográfico</b>	<p>Recopilar datos sobre las curvas de nivel, elevaciones y características de una zona determinada para crear mapas topográficos detallados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cartografía del terreno</li> <li>● Cartografía de la vegetación</li> <li>● Construcción</li> <li>● Urbanización</li> <li>● Estudios medioambientales</li> </ul>
<b>Sensores multiespectrales</b>	<p>A diferencia de los sensores RGB (rojo, verde y azul) tradicionales de las cámaras de consumo, los sensores multiespectrales pueden detectar y registrar datos en longitudes de onda específicas más allá de lo que es visible para el ojo humano. Estos sensores pueden captar información en los rangos infrarrojo (IR) y ultravioleta (UV), así como en otras bandas espectrales estrechas o anchas.</p>	<p>Vigilancia medioambiental y de jardines:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Supervisar los bosques</li> <li>● Humedales</li> <li>● Masas de agua.</li> <li>● Detectar cambios en la cubierta terrestre.</li> <li>● Analizar la calidad del agua y el contenido en clorofila.</li> <li>● Análisis fitosanitario</li> <li>● Control de plagas</li> </ul>
<b>LiDAR<sup>38</sup></b>	<p>Utilice la luz láser para medir distancias y crear representaciones 3D detalladas de un área en forma de nubes de puntos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Silvicultura (información sobre plantas)</li> <li>● Inundación</li> </ul>

<sup>38</sup> El escaneado láser aerotransportado es una tecnología utilizada para el levantamiento topográfico y la cartografía, por ejemplo, la cartografía hidrológica, la construcción y la silvicultura. Este método emplea un escáner de detección y alcance de luz (LiDAR) y se basa en mediciones del tiempo de vuelo de los pulsos láser emitidos desde superficies en el suelo o cerca de él, midiendo la distancia al objeto desde el sensor. El principal resultado de un estudio LiDAR es una nube de puntos en 3D. El objetivo del estudio y la densidad necesaria de la nube de puntos determinarán la especificación del sensor. Los levantamientos LiDAR pueden cartografiar objetos extremadamente estrechos, como líneas eléctricas aéreas, en función de la resolución empleada.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de riesgos</li> </ul>
<b>Imágenes térmicas</b>	Utiliza sensores de infrarrojos para detectar diferencias de temperatura en objetos, revelando firmas de calor, contenido de humedad y pérdida de energía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control termográfico</li> <li>• Agua</li> <li>• Plagas y enfermedades</li> <li>• Factores medioambientales</li> <li>• Inspección forestal</li> <li>• Control de la fauna</li> <li>• Inspección de edificios</li> </ul>

Fuente: Socio del proyecto STC (2023)

Las inspecciones con drones generan diversos formatos de datos y resultados que pueden utilizarse en diferentes aplicaciones e industrias. Estos resultados proporcionan información valiosa y apoyan los procesos de toma de decisiones. Presentamos estos resultados en la tabla 25.

**CUADRO 25**  
**Resultados de la encuesta con drones**

<b>Resultados de la encuesta con drones</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicaciones</b>
<b>Mapas ortomosaicos</b>	Las imágenes georreferenciadas de alta resolución se crean uniendo varias fotografías aéreas.	Ordenación del territorio, agricultura, vigilancia del medio ambiente
<b>Modelos digitales de elevación (MDE)</b>	Representaciones en 3D de los datos de elevación del terreno, que muestran la forma y las características de la superficie.	Evaluación del riesgo de inundación, ordenación del territorio, diseño de infraestructuras.
<b>Modelos digitales de superficie (MDS)</b>	Similares a los MDE, pero incluyen datos de elevación de todos los objetos de la superficie, como edificios, vegetación e infraestructuras.	Planificación urbana, análisis de la línea de visión, planificación de redes de telecomunicaciones
<b>Modelos digitales del terreno (MDT)</b>	Represente la superficie de tierra desnuda eliminando cualquier elemento que se encuentre por encima del suelo, como vegetación y estructuras.	Ingeniería civil, geología, estudios hidrológicos
<b>Nubes de puntos</b>	Colecciones de puntos 3D que representan la forma y las características de la zona estudiada.	Creación de modelos 3D, cálculos volumétricos, evaluación de la integridad estructural
<b>Mapas de contorno</b>	Muestra los datos de elevación como una serie de curvas de nivel que representan puntos de igual elevación.	Ordenación del territorio, planificación de la construcción, gestión de recursos
<b>Modelos 3D</b>	Representaciones detalladas de estructuras, paisajes u objetos derivadas de nubes de puntos o datos de fotogrametría.	Arquitectura, ingeniería, urbanismo
<b>Informes de inspección</b>	Informes detallados de varias estructuras, incluidas imágenes de alta resolución, datos térmicos y evaluaciones estructurales.	Mantenimiento, reparación y planificación de la seguridad de edificios, puentes y tuberías



<b>Índices de vegetación</b>	<b>Índices</b> como el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) que proporcionan información sobre la salud, el crecimiento y el estrés de las plantas.	Agricultura, vigilancia del medio ambiente, asignación de recursos
<b>Medidas volumétricas</b>	Cálculo de volúmenes y superficies, como volúmenes de acopio, tamaños de excavación o extensiones de masas de agua.	Minería, construcción, gestión de residuos

Fuente: Socio del proyecto STC (2023)

## 5.2. *Control del Agua: Control termográfico para detectar zonas con exceso/falta de agua*<sup>39</sup>

Las imágenes térmicas o multiespectrales se han introducido como una herramienta asequible para la monitorización del estado hídrico de las plantas<sup>40</sup>, especialmente en regiones donde la disponibilidad de agua es el principal factor limitante. En esta sección analizamos:

- Tecnología de imagen térmica.
- Utilización de la termografía para el control del agua en jardines históricos.
- Casos de inspección térmica con drones en jardinería.

FIGURA 34  
Imagen térmica



Fuente: Wikimedia Commons

### • **Tecnología de imagen térmica**

También conocida como termografía infrarroja (IRT), la termografía es el proceso de utilizar cámaras térmicas para capturar imágenes de objetos utilizando la radiación infrarroja (calor) emitida por estos objetos. Las imágenes térmicas resultantes (también conocidas como termogramas) representan la distribución espacial de las diferencias de temperatura en la escena captada por las cámaras térmicas.

<sup>39</sup> Workswell (sin fecha). *Detección de estrés hídrico en cultivos de cereales con cámara térmica UAV*. <https://tinyurl.com/mpkm8ffh>

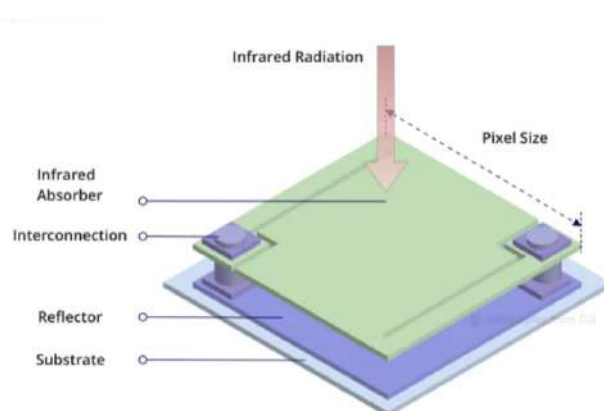
<sup>40</sup> Stoll M., & Jones H. G., (2007). La termografía como herramienta viable para controlar el estrés de las plantas. *OENO One*, 41(2), 77-84. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2007.41.2.851>

En los últimos años, las cámaras termográficas se han integrado en drones comerciales para realizar una gran variedad de tareas. Los drones térmicos equipados con sistemas de imagen térmica de última generación pueden capturar distintos tipos de imágenes simultáneamente porque suelen llevar dos cámaras: una cámara de imagen térmica y un sistema de imagen estándar.

Dado que la radiación infrarroja (IR) es emitida por todos los objetos animados e inanimados con una temperatura superior al cero absoluto, la termografía permite percibir el entorno aunque la iluminación sea insuficiente. Como la cantidad de IR emitida por un objeto aumenta con la temperatura, la termografía permite ver las variaciones de temperatura.

Para captar las variaciones de temperatura, las cámaras térmicas están equipadas con sensores térmicos sensibles que pueden captar diferencias mínimas de temperatura. Las cámaras térmicas son sensibles a longitudes de onda que oscilan entre aproximadamente 1.000 nanómetros y unos 14.000 nanómetros.

FIGURA 35  
Esquema de un sensor térmico (microbolómetro)



Fuente: DJI Enterprise (2022).<sup>41</sup>

### Cámara térmica, imágenes térmicas y control del agua

Las cámaras térmicas, también conocidas como cámaras de infrarrojos, pueden detectar diferencias de temperatura que pueden ser indicativas de estrés hídrico. Por consiguiente, las imágenes térmicas pueden utilizarse para la supervisión periódica de los jardines a lo largo de la temporada de crecimiento, con el fin de seguir los cambios de temperatura y detectar precozmente el estrés hídrico, y/o pueden ser una herramienta eficaz para la supervisión del agua al detectar el estrés hídrico que se produce cuando hay una deficiencia en el suministro de agua, ya sea debido a un riego inadecuado o a factores naturales. El uso de cámaras térmicas permite a los jardineros vigilar constantemente el estrés hídrico y tomar medidas correctivas, como ajustar los programas de riego, para mitigar los riesgos y minimizar las pérdidas de vegetación.

- **Uso de cámaras térmicas e imágenes térmicas para detectar el estrés hídrico en la vegetación**

Una cámara térmica puede captar la radiación infrarroja emitida por las plantas, en la que influye su temperatura. Cuando las plantas sufren estrés hídrico, tienden a tener temperaturas más altas que las que están bien hidratadas. Esto se debe a que la transpiración, el proceso por el que las plantas pierden

---

<sup>41</sup> DJI Enterprise (2022, agosto). *Un rápido vistazo a cómo la tecnología de imagen térmica combinada con la maniobrabilidad de un dron puede beneficiar a su empresa.* <https://tinyurl.com/2dhynypc>

agua a través de sus hojas, se reduce bajo estrés hídrico, lo que provoca temperaturas más altas en las hojas.

La termografía también puede utilizarse para detectar el contenido de humedad del suelo y crear mapas del terreno, lo que puede ayudar a optimizar los sistemas de riego. Esto mejorará la eficiencia del riego, reduciendo el despilfarro de agua y evitando fallos en la vegetación.

**Análisis de temperatura:** Las imágenes térmicas captadas por la cámara pueden analizarse mediante un software especializado (indique el software) que puede generar mapas de temperatura o índices térmicos. Estos mapas pueden ayudar a identificar las zonas del jardín que están experimentando temperaturas más altas, lo que indica un posible estrés hídrico.

**Comparación con la línea de base:** Las imágenes térmicas pueden compararse con datos de referencia de plantas bien hidratadas para identificar anomalías de temperatura una planta/vegetación con estrés hídrico en el jardín mostraría temperaturas más altas en zonas o parches específicos.

**Validación de la realidad sobre el terreno:** Los resultados de las imágenes térmicas pueden validarse con datos de la realidad sobre el terreno, como mediciones de la humedad del suelo, mediciones fisiológicas de las plantas y evaluaciones visuales de la salud de la vegetación. Esto puede ayudar a confirmar la presencia de estrés hídrico y proporcionar resultados más precisos.

**Control oportuno:** Las cámaras térmicas pueden utilizarse para supervisar periódicamente los jardines a lo largo del periodo vegetativo, a fin de controlar los cambios de temperatura y detectar precozmente el estrés hídrico. Esto puede permitir a los jardineros tomar medidas correctivas, como ajustar los programas de riego, para mitigar el estrés hídrico y minimizar las pérdidas de vegetación.

- **Casos de uso seleccionados de la inspección térmica con drones**

**Estrés de la planta:** Las imágenes térmicas pueden ser útiles como primera línea de detección para determinar el inicio del estrés de la planta debido a cambios en la apertura estomática. Este enfoque puede dar indicaciones fiables y sensibles de la temperatura de la hoja y, por tanto, calcular la conductancia estomática.<sup>42</sup>

**Control de la disponibilidad de agua:** Las imágenes térmicas pueden utilizarse para evaluar el estado hídrico de cerezos dulces (*Prunus avium* L.) jóvenes y maduros sometidos a estrés hídrico. Se ensayaron dos tratamientos por parcela: (i) un tratamiento de control regado para garantizar unas condiciones hídricas del suelo no limitantes; y (ii) un tratamiento de estrés hídrico.<sup>43</sup>

---

<sup>42</sup> Jones, H.G., Leinonen, I. (2003). Thermal Imaging for the Study of Plant Water Relations (Imágenes térmicas para el estudio de las relaciones hídricas de las plantas). *Journal of Agricultural Meteorology*, 59 (3), 205-217. <https://doi.org/10.2480/agrmet.59.205>

<sup>43</sup> Blaya-Ros, P. J., Blanco, V., Domingo, R., Soto-Valles, F., & Torres-Sánchez, R., (2020). Viabilidad de la Imagen Térmica de Bajo Coste para la Monitorización del Estrés Hídrico en Cerezos Dulces Jóvenes y Maduros. *Ciencias Aplicadas*, 10 (16), 54-61. <https://doi.org/10.3390/app10165461>

FIGURA 36  
**Un piloto de dron volando un dron**



Derechos de autor libres 123RF: Sergey Mironov

### 5.3. *Vigilancia de la salud: Control de plagas y enfermedades*

Las enfermedades de las plantas son una de las principales amenazas para parques y jardines. Un seguimiento y una detección eficaces de los patógenos de las plantas permiten detectar a tiempo los brotes y aplicar tratamientos para una gestión eficaz de las plagas antes de que estén bien establecidas, y permiten tomar decisiones que limitan la propagación de la enfermedad y reducen el coste de los plaguicidas.

Los métodos tradicionales, moleculares y serológicos ampliamente utilizados para la detección de enfermedades de las plantas suelen ser ineficaces si no se aplican durante las fases iniciales de la patogénesis, cuando no aparecen síntomas o éstos son muy débiles. Además, son casi inútiles para obtener resultados de diagnóstico especializados sobre las enfermedades de las plantas.

En cambio, los drones pueden alertar con antelación de las enfermedades de las plantas y desempeñar un papel fundamental en la vigilancia de la propagación de patógenos vegetales. Por ejemplo:

1. El estrés biótico, como la herbivoría por artrópodos plaga, provoca respuestas fisiológicas de defensa en las plantas, lo que conduce a cambios en la reflectancia de las hojas que pueden detectarse mediante tecnologías de imagen.
2. Los datos adquiridos y procesados sobre la reflectancia de las copas obtenidos con drones sensores podrían transmitirse como un mapa digital para guiar a un segundo tipo de drones, los drones de actuación, para que aporten soluciones a los focos de plagas identificados, como la liberación de precisión de enemigos naturales y/o la pulverización de precisión de pesticidas.

Entre las ventajas de la tecnología de los drones cabe citar la alta resolución espacial (ya que llevan a bordo varios sensores), la gran eficacia, la flexibilidad de uso y, lo que es más importante, la rápida detección de enfermedades de las plantas en un área extensa con bajo coste, fiabilidad y suministro de datos de alta resolución.

En este manual, nos centramos específicamente en el uso de drones pequeños, que aquí se definen como robots voladores no tripulados controlados a distancia que pesan más de 250 g pero menos de

25 kg, incluida la carga útil. Estos tipos de drones suelen tener tiempos de vuelo de entre unos minutos y horas y alcances limitados. También hablaremos brevemente de los drones de mayor tamaño que suelen utilizarse para la pulverización de pesticidas. El debate sobre los drones de mayor tamaño queda fuera del alcance de este manual, pero para más información véase Watts et al. (2012)<sup>44</sup>, y Anderson y Gaston (2013)<sup>45</sup>.

Los drones utilizados para la detección de focos de plagas se denominan aquí drones de detección, mientras que los utilizados para la distribución precisa de soluciones se denominan drones de actuación:

- Los drones sensores reducen el tiempo necesario para buscar plagas.
- Los drones de actuación reducen la superficie en la que es necesario aplicar pesticidas y reducen los costes de dispensación de los enemigos naturales.

Ambos tipos de drones podrían comunicarse para establecer una solución IPM de bucle cerrado. Y lo que es más importante, el uso de drones en la gestión de precisión de plagas podría ser rentable y reducir los daños al medio ambiente. En la tabla 26 mostramos las diferentes técnicas de imagen que se utilizan para adquirir información morfológica de las plantas.

**CUADRO 26**  
**Adquisición de información morfológica vegetal mediante distintas técnicas de imagen**

<b>Técnicas de imagen</b>	<b>Descripción</b>	<b>Para qué sirve</b>
<b>Drones sensores, imágenes aéreas con drones</b>	Uno de los tipos de datos más significativos y beneficiosos. Estos enfoques de teledetección (RS) se basan en la detección de cualquier variación en las propiedades ópticas de las plantas.	En otras palabras, detectan esencialmente cualquier cambio en la fisiología de la planta que, debido al estrés biótico o abiótico, las tasas de transpiración, la morfología, la densidad de la planta y los cambios en la radiación solar entre las plantas, determina variaciones medibles en la producción óptica de las plantas. Además, el movimiento de los patógenos de las plantas o de sus productos puede rastrearse desde decenas a cientos de metros por encima de los campos de cultivo, y pueden captarse numerosas imágenes de enfermedades de las plantas directamente y en tiempo real, lo que permite la aplicación de algoritmos para vigilar la aparición de enfermedades específicas de las plantas.
<b>Sensores termográficos</b>	Solución no intrusiva para localizar plagas. Los sensores termográficos captan la radiación infrarroja emitida por la superficie de la planta.	Utiliza tecnología de infrarrojos para detectar y localizar problemas de plagas y enfermedades. En caso de infección por un patógeno, la temperatura de la superficie de la planta aumentará debido a la reducción de la transpiración. Basándose en el cambio de temperatura, el sensor puede analizar la presencia de la enfermedad incluso antes de que aparezca, pero no puede

<sup>44</sup> Watts, A. C., Ambrosia, V. G., & Hinkley, E. A. (2012). Sistemas aéreos no tripulados en teledetección e investigación científica: Clasificación y Consideraciones de Uso. *Remote Sensing*, 4 (6), 1671-1692. <http://dx.doi.org/10.3390/rs4061671>

<sup>45</sup> Anderson, K. y Gaston, K.J. (2013). Los vehículos aéreos no tripulados ligeros revolucionarán la ecología espacial. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11 (3), 138-146. <https://doi.org/10.1890/120150>

		<p>detectar el tipo de infección o enfermedad.</p> <p>La precisión de este tipo de control se ve influida por el cambio de las condiciones ambientales durante la medición.</p>
<b>LiDAR</b> <sup>46</sup>	<p>Los sensores LiDAR son un componente clave de los vehículos autónomos, ya que proporcionan una visión tridimensional de alta resolución de su entorno.</p>	<p>El LiDAR calcula la distancia entre el sensor y los objetos del suelo para medir su posición; sus haces pueden atravesar la copa de los árboles y devolver información sobre su estructura, la densidad de las plantas y la superficie del suelo.</p>
<b>Fotogrametría de estructura a partir del movimiento (SfM)</b>	<p>Método que puede detectar enfermedades en los campos, controlar el vigor de los cultivos, estimar la biomasa y el rendimiento, y detectar síntomas de estrés abiótico y biótico. Las cámaras digitales pueden detectar una o unas pocas bandas anchas del infrarrojo cercano (NIR)<sup>46F</sup><sup>47</sup>, mientras que las cámaras hiperespectrales (de decenas a centenares de bandas espectrales) miden bandas estrechas; a pesar de haberse reducido para la utilización de drones, estas últimas requieren espacio y capacidad de carga útil adicionales.</p>	<p>El SfM recoge imágenes desde múltiples perspectivas mientras los drones sobrevuelan los campos; utiliza cámaras digitales de alta resolución cuyas imágenes pueden utilizarse para medir características fenotípicas de la población de plantas como la altura individual, el encamado y las fases de desarrollo.</p>
<b>Reducción de la población de plagas Técnica de los insectos estériles</b>	<p>Una nueva área potencial para el uso de drones en la gestión de plagas es la liberación de insectos estériles.</p>	<p>Los programas piloto de liberación de insectos estériles con drones han tenido éxito en el control de las poblaciones de polillas del bacalao en Nueva Zelanda, Canadá, y los insectos estériles liberados con drones demostraron su eficacia para el control de estas plagas en Estados Unidos<sup>48</sup>. La técnica de los insectos estériles (TIE) produce insectos estériles o parcialmente estériles mediante irradiación. Tras el apareamiento con insectos silvestres, no hay descendencia o la descendencia resultante es estéril, con lo que se reducen las poblaciones de plagas. La TIE es respetuosa con el medio ambiente, específica para cada especie y compatible con otros métodos de gestión, como el control biológico, lo que la convierte en una importante herramienta de gestión integrada de plagas<sup>49</sup>. La suelta de insectos estériles mediante drones</p>

<sup>46</sup> Christiansen, M.P., Laursen, M.S., Jørgensen, R.N., Skovsen, S. & Gislum, R. (2017). Diseño y prueba de un sistema de mapeo UAV para la topografía de campos agrícolas. *Sensors*, 17, 2703. <https://tinyurl.com/586b6xe4>

<sup>47</sup> Yang, C., Westbrook, J.K., Suh, C.P.-C., Martin, D.E., Hoffmann, W.C., Lan, Y., Fritz, B.K., & Goolsby, J.A. (2014). An airborne multispectral imaging system based on two consumer-grade cameras for agricultural remote sensing. *Remote Sens*, 6, 5257-5278. <https://tinyurl.com/52za59kn>

<sup>48</sup> Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal (2017, 20 de octubre). *PPQ explora la tentadora promesa de los sistemas aéreos no tripulados*. <https://tinyurl.com/mubhzsuu>

<sup>49</sup> Simmons, G.S., Suckling, D.M., Carpenter, J.E., Addison, M.F., Dyck, V.A., & Vreysen, M.J.B. (2010). Mejora de la gestión de la calidad para aumentar la eficacia de la técnica del insecto estéril para plagas de lepidópteros. *Journal of Applied Entomology*, 134 (3) 261-273. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01438.x>

		puede resultar más barata y rápida que la suelta terrestre.
--	--	---

Fuente: Socio del proyecto STC (2023)

#### 5.4. **Gestión de riesgos y prevención: Prevención de incendios**

Los drones permiten la transmisión de imágenes en tiempo real y, en consecuencia, una evaluación precisa de los focos y su intensidad y una respuesta rápida. Pueden utilizarse para localizar incendios en zonas inaccesibles, o las capacidades de teledetección pueden utilizarse para proporcionar información sobre los niveles de humedad del suelo, la dirección del viento y otras condiciones ambientales que pueden ayudar a predecir el potencial de un incendio. En la tabla 27 presentamos los principales usos de los drones en la prevención de incendios.

Los drones con cámaras RGB<sup>50</sup> son una herramienta versátil y fácil de usar, que mejora el conocimiento de la situación y ayuda a los equipos a trabajar de forma más rápida e inteligente. La introducción de cámaras térmicas aéreas promete una mayor visibilidad y una visión más completa de la propagación y la velocidad del incendio, así como menores riesgos para las personas.

FIGURA 37  
**Drones y prevención de incendios**



Fuente: Pinterest

<sup>50</sup> El término RGB hace referencia al modelo de color en el que los colores primarios rojo, verde y azul de la luz se suman para crear los diferentes colores que percibimos. Una cámara RGB se utiliza para obtener imágenes en color de personas y objetos captando la luz en las longitudes de onda roja, verde y azul.

CUADRO 27  
**Los principales usos de los drones en la prevención de incendios**

<b>Uso de drones</b>	<b>Descripción</b>
<b>Recogida de información</b>	Un piloto puede cubrir una gran zona e identificar los puntos más calientes utilizando drones con cámara térmica.
<b>Seguimiento de un incendio</b>	Al proporcionar datos en tiempo real, los drones pueden ayudar a detectar y responder rápidamente a cualquier cambio que pueda producirse como consecuencia del incendio y controlar que éste se contenga dentro de los límites designados.
<b>Ayuda y protección</b>	Conocer la propagación y dirección del fuego en un incendio es vital. Con un dron, los equipos pueden vigilar fácilmente desde lejos y asegurarse de que todo el mundo está a salvo, además de obtener datos sobre la propagación del fuego.
<b>Captura y cartografía</b>	Gracias a la tecnología de los drones, es posible identificar puntos críticos nunca vistos y aumentar la seguridad de las operaciones. La captura de imágenes térmicas puede utilizarse para apoyar las operaciones antes y durante la propagación del incendio. Las imágenes capturadas también pueden transformarse en mapas 3D que ayuden a las labores posteriores al incidente.
<b>Conocimiento de la situación en tiempo real</b>	Los datos de los drones pueden ayudar a garantizar que los responsables de la toma de decisiones dispongan de la misma información. La tecnología isotérmica utilizada por los drones permite al operador destacar determinados rangos de temperatura y resaltarlos en tiempo real. En un incendio, el conocimiento de la situación es necesario para la planificación. Los drones sobrevuelan la zona para recoger datos y así planificar y llevar ayuda al lugar y controlar la situación.

Fuente: Socio del proyecto STC (2023).<sup>51</sup>

### **5.5. Identificación de los trabajos de mantenimiento o reparación necesarios y evaluación de las zonas de difícil acceso**

Las inspecciones con drones son especialmente útiles cuando realizar inspecciones visuales en zonas de difícil acceso de un jardín o de un artefacto puede resultar peligroso.

Para los operadores implicados en la preservación y conservación de estos lugares, los drones proporcionan una visión aérea rentable de lugares a los que puede resultar difícil acceder, lo que permite recopilar información detallada y actualizada. Los drones proporcionan también estudios aéreos detallados, una rápida recopilación de datos y un almacenamiento de datos rentable.

El uso de drones equipados con cámaras térmicas y de alta resolución para realizar inspecciones de zonas de difícil acceso permite detectar defectos que de otro modo permanecerían invisibles. Algunos ejemplos son la humedad en el interior de las paredes, fugas de agua, cableado defectuoso, marquesinas y árboles altos históricos.

<sup>51</sup> HPDrones (2023, 5 de mayo). *Prevención de incendios mediante drones*. <https://tinyurl.com/27b22n8j>



FIGURA 38  
Villa Garzoni, Collodi, Italia



Fuente: Jardín Garzoni

Los drones equipados con cámaras de alta resolución permiten obtener un análisis más rápido del yacimiento, identificar cambios a lo largo del tiempo y comprender mejor su evolución. Los drones tienen la capacidad de inspeccionar los yacimientos en el momento oportuno y eliminar la necesidad de emplear métodos de inspección laboriosos y lentos. Esto puede ayudar a identificar posibles riesgos o amenazas para que el yacimiento pueda protegerse o restaurarse con mayor rapidez, así como a supervisar el estado del yacimiento e identificar las zonas que necesitan atención, especialmente las zonas que pueden ser difíciles de ver desde el suelo o de difícil acceso.

Utilizando drones no hay necesidad de subirse a árboles o tejados y se evitan accidentes por caídas desde altura y problemas graves en el futuro. Con la detección temprana, se pueden hacer reparaciones antes de que los sistemas empiecen a fallar, de modo que las condiciones de lo inspeccionado nunca lleguen a ser inseguras, y se ahorra dinero a largo plazo. Por este motivo, el uso de drones para la vigilancia y cartografía de jardines históricos y sitios culturales es cada vez más popular y resulta beneficioso tanto para la conservación del lugar como para la identificación de los trabajos de mantenimiento que deben planificarse.

## 6. Aplicación de drones para marketing en jardines históricos

### 6.1. Consejos para comercializar el uso de drones en jardines históricos

El uso de drones para el marketing en jardines históricos ofrece multitud de ventajas que pueden mejorar enormemente los esfuerzos promocionales. En primer lugar, los drones ofrecen una perspectiva aérea única que permite obtener imágenes impresionantes que captan la grandeza y la belleza de los jardines desde un ángulo nuevo y cautivador. Estas imágenes aéreas no sólo muestran el esplendor arquitectónico y el diseño paisajístico de los jardines, sino que también ponen de relieve su importancia histórica y su valor cultural. Además, las imágenes dinámicas y las experiencias inmersivas creadas con drones ayudan a atraer y cautivar al público, generando entusiasmo y curiosidad por los jardines. Al incorporar contenido capturado con drones a los materiales de marketing, los jardines históricos pueden transmitir eficazmente su oferta única, atraer visitantes y crear una impresión duradera. Los drones también facilitan la documentación y conservación de los jardines, permitiendo el seguimiento de los cambios a lo largo del tiempo y proporcionando valiosos registros históricos. En general, el uso de drones en la comercialización de jardines históricos abre un mundo de posibilidades, permitiendo al público experimentar estos notables espacios de una manera que es a la vez visualmente impresionante y profundamente informativa.

CUADRO 28<sup>52</sup>

#### Consejos para filmar con drones con fines de marketing

Consejos para filmar con drones	Descripción
<b>Planifique sus tomas</b>	Antes de despegar, ten una visión clara de las tomas que quieres capturar. Planifica los ángulos, las composiciones y los movimientos para asegurarte de que captas las imágenes más atractivas visualmente.
<b>Elija el momento adecuado</b>	La iluminación desempeña un papel crucial a la hora de crear bellas secuencias. Intenta filmar durante la hora dorada (por la mañana temprano o al atardecer), cuando la luz del sol es suave y proporciona tonos cálidos y favorecedores y sombras largas que añaden profundidad a tus tomas.
<b>Utilizar la configuración manual</b>	Familiarízate con los ajustes manuales de la cámara de tu dron, como la exposición, el ISO y la velocidad de obturación. Ajusta estos parámetros para controlar la exposición y obtener los mejores resultados en distintas condiciones de iluminación. Selecciona la resolución de cámara más alta disponible, como 4K, 5,2K o 6K. Además, selecciona HDR (alto rango dinámico) e imagen RAW si están disponibles en los ajustes de la cámara instalada en el dron.
<b>Seleccionar modo de disparo</b>	Seleccionando diferentes modos de disparo en la cámara del dron, puedes crear imágenes creativas y atractivas que puedes utilizar para marketing. Por ejemplo, selecciona una velocidad de obturación más alta, de más de 60 fps, y crea impresionantes vídeos aéreos a cámara lenta para mostrar toda la belleza y los detalles del jardín. Además, puedes seleccionar disparar una secuencia de fotos a partir de la cual puedes crear un time-lapse para mostrar el jardín durante el día y la noche o durante diferentes estaciones, por ejemplo.
<b>Evitar movimientos bruscos</b>	Los movimientos suaves y controlados son esenciales para conseguir un metraje de aspecto profesional. Utiliza movimientos de cámara lentos y constantes para evitar tirones que puedan desorientar al espectador.
<b>Encuadre sus fotos</b>	Componga sus tomas con cuidado para crear un contenido visualmente atractivo. Incorpora líneas principales, simetría y elementos de encuadre naturales para guiar la mirada del espectador y llamar la atención sobre la belleza del jardín.
<b>Captar perspectivas diversas</b>	Experimente con diferentes alturas, ángulos, distancias y trayectorias de vuelo para captar una gran variedad de tomas. Muestra el jardín desde varios puntos de vista para ofrecer a los espectadores una visión completa de su grandeza.
<b>Mostrar los cambios estacionales</b>	Capture imágenes durante todo el año para mostrar la belleza y las transformaciones estacionales del jardín. Destaque el colorido de las flores en primavera, la exuberante vegetación en verano, el vibrante follaje en otoño y la serenidad de los paisajes en invierno.

<sup>52</sup> DJI Guides (2017, 12 de mayo). *6 modos fotográficos que todo fotógrafo aéreo debe conocer*. [bit.ly/47928wk](https://bit.ly/47928wk)  
Concepto K&F (2023, 21 de junio). *¿Qué calidad tienen las cámaras de los drones?* <https://bit.ly/454KEz4>

<b>Utilizar filtros ND</b>	Los filtros de densidad neutra (ND) pueden ayudar a controlar la exposición en condiciones de mucha luz y reducir las zonas sobreexpuestas en las tomas, garantizando una iluminación equilibrada y un metraje más cinematográfico.
<b>Mejora de la posproducción</b>	Después de capturar las imágenes, utiliza un programa de edición de vídeo para perfeccionar tus clips. Ajusta los colores, el contraste y la saturación para mejorar el atractivo visual. Añade transiciones sutiles y música para crear un vídeo de marketing pulido y cautivador.

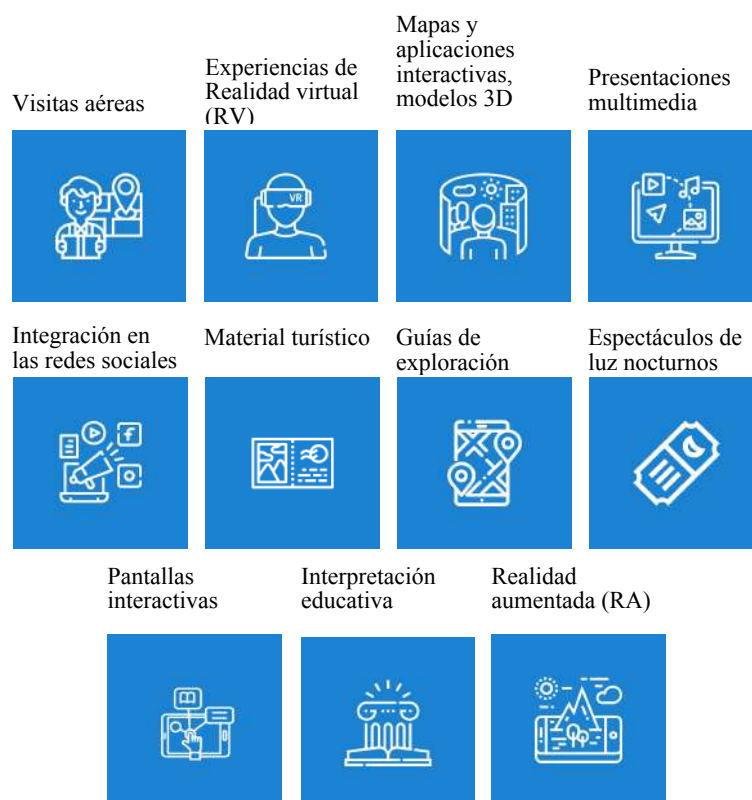
Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

Aplicando estos consejos, podrá capturar imágenes asombrosas desde su dron, mostrando la belleza y singularidad del jardín histórico para crear contenidos de marketing atractivos que enganchen y atraigan a los espectadores.

## 6.2. Utilizar drones para mejorar la experiencia turística

Los drones pueden utilizarse de diversas formas para mejorar la experiencia turística en los jardines históricos. Aquí tienes algunas ideas sobre cómo aprovechar los drones de forma eficaz:

FIGURA 39<sup>53</sup>  
Aplicaciones de drones para aumentar la experiencia turística en jardines históricos



Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

- **Visitas aéreas.** Ofrezca visitas aéreas guiadas por el jardín histórico para que los visitantes puedan contemplar todo el paisaje a vista de pájaro. Los drones pueden captar imágenes en directo

<sup>53</sup> Espacio TS2 (2023, 20 de febrero). *Drones para el turismo: Mejora de la seguridad y la comunicación para los viajeros* <https://bit.ly/3Qa4RiV>

Ilkhanizadeh S., Golabi M. & Rjoub H. (2020). The Potential Use of Drones for Tourism in Crises: A Facility Location Analysis Perspective. *Journal of Risk and Financial Management*, 13 (10) [bit.ly/3O9Us4a](https://bit.ly/3O9Us4a)

que se transmiten a pantallas o auriculares de realidad virtual para ofrecer una experiencia de visita interactiva y envolvente.

- **Experiencias de realidad virtual (RV).** Cree experiencias de realidad virtual que permitan a los visitantes explorar virtualmente el jardín a través de imágenes captadas por drones. Con los cascos de realidad virtual, los visitantes pueden navegar por las distintas secciones del jardín, lo que proporciona una experiencia realista y envolvente incluso desde una ubicación remota.
- **Mapas y aplicaciones interactivas, modelos 3D.** Integre imágenes captadas por drones en mapas interactivos o aplicaciones móviles dedicadas al jardín histórico. Los usuarios pueden explorar el jardín virtualmente, accediendo a las imágenes captadas por drones en puntos específicos de interés y obteniendo un conocimiento exhaustivo de su disposición y características. Utilizar imágenes de drones para crear modelos interactivos en 3D del jardín histórico. Estos modelos pueden incrustarse en sitios web o utilizarse en experiencias de realidad virtual, permitiendo a los espectadores explorar el jardín de forma realista y envolvente.

FIGURA 40

**Vista aérea desde un dron de los jardines de la Alhambra y el Generalife en Granada, Andalucía, España**



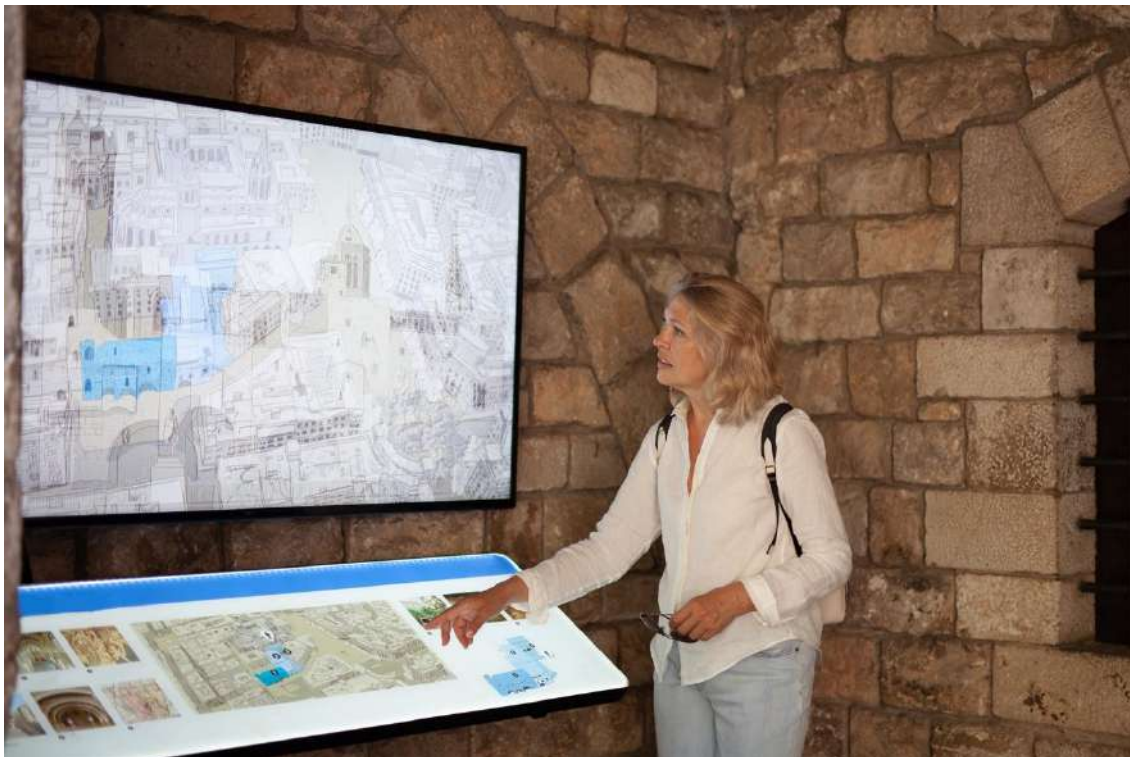
Shutterstock: Songquan Deng

- **Pantallas interactivas en centros de visitantes.** Cree pantallas interactivas en los centros de visitantes o quioscos de información del jardín. Incorpore monitores táctiles o tabletas que permitan a los visitantes explorar imágenes captadas por drones, datos históricos y contenidos multimedia sobre la importancia del jardín.
- **Interpretación educativa.** Utilizar drones para captar imágenes detalladas de características específicas, elementos arquitectónicos o artefactos históricos del jardín. Incorpore estas imágenes a

exposiciones educativas o interactivas para que los visitantes conozcan en profundidad la historia, el diseño y la importancia cultural del jardín.

- **Mejoras de realidad aumentada (RA).** Integre la tecnología de realidad aumentada en la experiencia del visitante. Mediante la superposición de imágenes captadas por drones sobre estructuras físicas o lugares del jardín, los visitantes pueden utilizar sus smartphones o tabletas para ver el aspecto que tenía el jardín en el pasado o descubrir detalles ocultos e información histórica.
- **Presentaciones multimedia.** Cree presentaciones multimedia que incorporen imágenes de drones, relatos históricos y narraciones. Estas presentaciones pueden mostrarse en centros de visitantes, teatros o proyecciones al aire libre, proporcionando a los visitantes una experiencia visualmente atractiva e informativa que da vida a la historia del jardín.

FIGURA 41  
Una visitante de un museo mira un mapa interactivo



Fuente: Shutterstock, Albina Matveytseva

- **Integración en las redes sociales.** Puede ofrecerse a capturar fotografías de los visitantes de un jardín histórico desde un dron y animar a los visitantes a compartir sus fotos y vídeos en las redes sociales utilizando hashtags específicos o etiquetas de geolocalización. Este contenido generado por los usuarios puede crear una sensación de comunidad y entusiasmo, mostrando diversas perspectivas del jardín y animando a otros a visitarlo.
- **Materiales turísticos con imágenes de drones.** A los turistas que vienen a visitar un lugar les encanta llevarse un trozo de él a su casa. Crea materiales para turistas con impresionantes imágenes de drones, como postales, imanes, folletos, libros, carteles, bolsas, etc.
- **Guías de exploración de jardines.** Desarrolle guías de exploración asistidas por drones a las que los visitantes puedan acceder a través de smartphones o tabletas. Estas guías proporcionan

información sobre características específicas del jardín o tesoros ocultos, guiando a los visitantes a diferentes áreas utilizando imágenes o vídeos capturados por drones como referencias visuales.

- **Espectáculos de luz nocturnos.** Utilice drones equipados con luces LED para crear cautivadores espectáculos de luz con el jardín como telón de fondo durante las veladas o los eventos nocturnos. Las formaciones y patrones coreografiados de los drones pueden realzar el ambiente mágico y proporcionar una experiencia memorable a los visitantes.

Al utilizar drones para mejorar la experiencia turística en jardines históricos, los visitantes pueden interactuar con los jardines de formas nuevas y envolventes. Estos enfoques innovadores permiten una exploración más profunda, un aprendizaje interactivo y una mayor apreciación del valor histórico y cultural del jardín.

### 6.3. *Uso de drones para promocionar jardines históricos*

Los drones pueden utilizarse de varias formas eficaces para promocionar los jardines históricos y generar interés entre los visitantes potenciales. En la figura 41 mostramos algunas de las mejores formas de utilizar drones con fines promocionales.

FIGURA 42.<sup>54</sup>  
**Aplicaciones de drones con fines promocionales en jardines históricos**



Fuente: Socio del proyecto IEJH (2023)

- **Vídeos aéreos**  
Cree vídeos aéreos cautivadores que destaquen las características principales, los detalles arquitectónicos y la belleza paisajística del jardín histórico. Estos vídeos breves y visualmente impactantes pueden compartirse en redes sociales, sitios web o durante eventos promocionales para dar a los espectadores una idea del encanto del jardín y animarlos a visitarlo.
- **Visitas virtuales**

<sup>54</sup> Alaska Adventure Charters (2019, 4 de octubre). *Cómo los drones se perfilan como una gran herramienta de marketing para el sector turístico*. [bit.ly/44UWz21](https://bit.ly/44UWz21)

Desarrollar visitas virtuales con imágenes captadas por drones que permitan explorar el jardín desde casa. Estas visitas interactivas pueden integrarse en sitios web o compartirse como experiencias independientes, permitiendo a los visitantes navegar por diferentes secciones del jardín, ver puntos de interés histórico y aprender sobre su importancia cultural.

- **Participación en las redes sociales**

Utilice drones para capturar y compartir imágenes y vídeos cautivadores en las redes sociales. Publique regularmente contenidos de alta calidad que muestren los aspectos únicos, la belleza estacional y la importancia histórica del jardín. Fomente los contenidos generados por los usuarios organizando concursos o retos e invitando a los visitantes a compartir sus propias fotos y vídeos capturados con drones utilizando hashtags específicos.

- **Página web y galerías en línea**

Mejore el sitio web del jardín con secciones o galerías dedicadas a imágenes captadas por drones. Muestre impresionantes fotos aéreas, mapas interactivos y vídeos envolventes que ofrezcan a los visitantes una experiencia digital completa del jardín. Mantenga el contenido actualizado y actualícelo periódicamente para mantener el interés de los visitantes.

- **Material de marketing**

Incorpore imágenes captadas por drones a folletos, octavillas, carteles y otros materiales impresos. Utilice estas imágenes como portadas o centros de mesa cautivadores que capten inmediatamente la atención y transmitan la belleza y singularidad del jardín. Complemente las imágenes con descripciones concisas y atractivas para despertar la curiosidad.

FIGURA 43

**Una mujer realiza una visita virtual con unos auriculares de realidad virtual.**



Fuente: Shutterstock, V\_Lisovoy

- **Promoción de eventos**

Utilice imágenes de drones para promocionar eventos especiales, festivales o actividades que se celebren en el jardín histórico. Muestra la escala y el ambiente de los eventos mediante tomas aéreas,

captando la energía y la emoción que pueden esperar los visitantes. Esto ayuda a crear expectación y anima a asistir.

- **Colaboraciones con personas influyentes**

Asóciate con fotógrafos de drones, blogueros de viajes o influencers especializados en promocionar destinos únicos. Invítelos a capturar y compartir sus experiencias en el jardín histórico a través de imágenes captadas con drones. Sus contenidos y recomendaciones pueden ayudar a llegar a un público más amplio y generar interés por visitar el jardín.

- **Creación colaborativa de contenidos**

Trabajar con cineastas, fotógrafos o creadores de contenidos locales para producir proyectos de colaboración que muestren la belleza y la importancia histórica del jardín. Desarrollar en colaboración narraciones, cortometrajes o documentales visualmente atractivos que destaquen las características únicas y las historias que hay detrás del jardín.

- **Colaboración con los medios de comunicación**

Colabore con medios de comunicación locales o nacionales para incluir imágenes captadas por drones en artículos, documentales o programas de televisión. Estas colaboraciones pueden dar a conocer el jardín y su oferta única, atraer visitantes y fomentar el interés por su historia y conservación.

- **Promoción cruzada con organizaciones turísticas**

Colabore con las oficinas de turismo locales, sitios web de viajes o personas influyentes del sector turístico para presentar el jardín histórico como un destino de visita obligada. Proporciónese acceso exclusivo a imágenes captadas por drones, entrevistas o experiencias entre bastidores para que puedan mostrar el jardín a su público de forma eficaz.

- **Exposiciones y eventos**

Organizar exposiciones o eventos que incluyan imágenes captadas por drones del jardín histórico. Crear instalaciones o exposiciones inmersivas que utilicen grandes pantallas o proyecciones para mostrar la belleza y la importancia histórica del jardín desde perspectivas aéreas. Estas experiencias pueden atraer la atención y generar interés entre los visitantes.

Al aprovechar las capacidades de los drones con fines promocionales, los jardines históricos pueden llegar a un público más amplio, mostrar su singularidad e invitar a los visitantes a experimentar su belleza y su patrimonio de primera mano.



## 7. Formación y capacitación del personal de jardines históricos en el manejo y mantenimiento de drones

FIGURA 44  
Un hombre se prepara para su entrenamiento



Fuente: fizkes

En las páginas siguientes, profundizaremos en el conjunto de habilidades específicas necesarias, haciendo hincapié en la importancia de cada una de ellas para contribuir al éxito de la implantación de la tecnología de drones en los jardines históricos. Además, exploraremos las ventajas de la formación en línea, que ofrece oportunidades de aprendizaje flexibles, recursos accesibles y la libertad de aprender al ritmo de cada uno. Este modo de aprendizaje permite al personal de los jardines adquirir los conocimientos necesarios de manera eficaz, lo que les permite identificar las necesidades de mantenimiento, realizar un seguimiento de los cambios a lo largo del tiempo y desarrollar estrategias de conservación para salvaguardar el patrimonio de estos preciados jardines históricos.

Para garantizar la mejora continua y el desarrollo de las competencias, también le proporcionaremos información valiosa sobre dónde encontrar recursos en línea pertinentes para seguir formándose. Descubrirá consejos y recomendaciones sobre la mejor manera de abordar el aprendizaje de estas nuevas habilidades en línea, haciendo que el proceso sea atractivo y eficiente. Al final de esta sección, dispondrá de los conocimientos y las herramientas necesarias para sacar el máximo partido de la tecnología de los drones a la hora de preservar y realzar la belleza y la importancia histórica de estos jardines excepcionales.

### 7.1. *Habilidades para utilizar con éxito drones en jardines históricos*

Para aprovechar todo el potencial de estas herramientas aéreas, el personal de jardinería debe poseer una serie de conocimientos que le permitan utilizar eficazmente los drones para una amplia gama de aplicaciones. En el siguiente cuadro, hemos identificado ocho habilidades esenciales que son cruciales para aprovechar las capacidades de los drones.

FIGURA 45  
**Conocimientos esenciales para que el personal de jardinería utilice con éxito los drones**



Fuente: Socio del proyecto Telewander ApS (2023)

Las cuatro primeras, "Dominio del software de drones", "Conocimiento del hardware de drones", "Pilotaje y planificación del vuelo de drones" y "Control de la documentación", constituyen los pilares fundamentales para una utilización eficaz de los drones. La destreza en la "Preservación de jardines históricos mediante drones", tema principal de este manual, pone de relieve el papel fundamental de los drones en la preservación de la importancia histórica y la belleza de estos jardines. Además, suponemos que el personal de los jardines históricos ya posee conocimientos sobre el "Cuidado de la biodiversidad en los jardines históricos", un aspecto clave para mantener el equilibrio ecológico en estos preciados lugares. Además, los conocimientos de marketing y multimedia desempeñan un papel crucial a la hora de aprovechar la tecnología de los drones para atraer a más visitantes a los jardines.

La tabla 29 ofrece una descripción completa y detallada de las habilidades clave que el personal de los jardines debe desarrollar para navegar con éxito por el mundo de la tecnología de los drones. Cada habilidad representa un aspecto crucial del uso de drones, contribuyendo a operaciones eficientes, análisis de datos y estrategias de conservación para estos queridos jardines históricos. Comprender la importancia de estas habilidades capacitará al personal para tomar decisiones informadas, optimizar las capacidades de los drones y desempeñar un papel significativo en la conservación del patrimonio y la belleza de estos preciados lugares.

CUADRO 29  
**Descripción de las competencias**

Habilidades	Descripción	Importancia
<b>Dominio del software para drones</b>	Dominio del software de drones para la planificación de vuelos, el procesamiento de imágenes y la visualización de datos. Análisis de los datos recopilados para el mantenimiento, el seguimiento de los cambios y las estrategias de	Esencial para utilizar eficazmente las capacidades de los drones y tomar decisiones con conocimiento de causa.

	conservación.	
<b>Conocimientos de hardware de drones</b>	Conocimiento de los componentes de hardware de los drones, funcionalidad y técnicas de resolución de problemas para el mantenimiento básico y la identificación de problemas.	Permite el funcionamiento fluido de los drones y reduce el tiempo de inactividad por problemas técnicos.
<b>Pilotaje de drones y planificación de vuelos</b>	Comprensión de los principios, limitaciones y riesgos del vuelo, planificación de trayectorias de vuelo óptimas y cartografía de zonas específicas de interés. Conocimiento de las condiciones meteorológicas, la normativa del espacio aéreo, las consideraciones legales y éticas, y la preparación para emergencias.	Garantiza la seguridad, el cumplimiento de las normas y la eficacia de las operaciones con drones en el jardín histórico.
<b>Control de la documentación</b>	Registro eficaz de los vuelos de drones, los registros de mantenimiento y los resultados de los análisis de datos para obtener un historial preciso y futuras referencias.	Garantiza la organización de los datos para el análisis, la elaboración de informes y el cumplimiento de la normativa.
<b>Edición multimedia</b>	Dominio de programas de edición multimedia para mejorar y presentar imágenes y vídeos aéreos de forma atractiva e informativa.	Ayuda a crear contenidos atractivos para diversos fines, como presentaciones y marketing.
<b>Marketing</b>	Conocimientos básicos de marketing para crear medios de comunicación adaptados al público destinatario.	Ayuda a promover las iniciativas del jardín histórico relacionadas con los drones y a atraer a los visitantes de forma eficaz.
<b>Cuidado de la biodiversidad en el jardín histórico</b>	Conocimientos sobre el cuidado de la biodiversidad en el jardín histórico.	Ayuda a integrar los datos de los drones con las prácticas de jardinería para mejorar los esfuerzos de conservación.
<b>Conservación de jardines históricos mediante drones</b>	Formación sobre cómo los drones pueden ayudar en los esfuerzos de conservación de jardines históricos.	Utilización de drones con fines de conservación y vigilancia para proteger el patrimonio del jardín.

Fuente: Socio del proyecto Telewander ApS (2023)

## 7.2. *Ventajas de la formación en línea*

La formación en línea ofrece numerosas ventajas al personal de los jardines históricos que desee desarrollar sus habilidades en el manejo y mantenimiento de drones.

1. **Rentable:** Los programas de formación en línea suelen ser más asequibles que la formación presencial tradicional. Esta rentabilidad los hace accesibles para organizaciones con presupuestos limitados, permitiéndoles ofrecer oportunidades de formación a un mayor número de miembros del personal. Por ejemplo, los materiales de aprendizaje en línea de Drone4HER están disponibles gratuitamente en línea.

2. **Fácil de ampliar:** Los materiales de formación en línea, como el programa Drone4HER, pueden ampliarse fácilmente y utilizarse en todo el mundo. La accesibilidad de las plataformas en línea permite al personal de los jardines históricos de diferentes lugares y procedencias acceder a los materiales de formación y desarrollar sus habilidades en el manejo y mantenimiento de drones. Esta escalabilidad garantiza que un mayor número de miembros del personal pueda beneficiarse de los recursos del programa y contribuir a la conservación y gestión de los jardines históricos en todo el mundo.

3. **Aprendizaje flexible:** Los cursos en línea ofrecen flexibilidad en cuanto a horarios y ritmo. Los miembros del personal pueden aprender cuando les convenga, lo que les permite compaginar su formación con sus responsabilidades laborales habituales. Se puede acceder a los módulos en línea, a los tutoriales en vídeo y a los materiales de aprendizaje en cualquier momento y desde cualquier lugar, lo que permite al personal aprender a su propio ritmo y revisar los contenidos cuando sea necesario. Esta flexibilidad elimina la necesidad de que el personal se desplace o asista a sesiones de formación específicas, lo que resulta cómodo para quienes trabajan en lugares remotos o dispersos geográficamente.

4. Diversas opciones de cursos: El panorama de la formación en línea ofrece una amplia gama de cursos y recursos adaptados a diferentes niveles de habilidad y áreas específicas de operación y mantenimiento de drones. Los empleados pueden elegir programas que se ajusten a sus necesidades, intereses y objetivos profesionales. Por ejemplo, el curso Drone4HER ofrece módulos que cubren diversos aspectos del manejo y mantenimiento de drones, lo que permite a los miembros del personal seleccionar los temas específicos más relevantes para sus funciones en la gestión de jardines históricos.

5. Aprendizaje interactivo: Muchas plataformas de formación en línea incorporan elementos interactivos para potenciar el compromiso y facilitar una comprensión exhaustiva de la materia. Cuestionarios, simulaciones y foros fomentan la participación activa y la aplicación práctica de los conocimientos. Los miembros del personal pueden participar en debates, compartir experiencias y aprender de otros miembros de la comunidad en línea. El programa Drone4HER, por ejemplo, incluye cuestionarios interactivos y ejercicios prácticos para reforzar el aprendizaje y garantizar un enfoque práctico del desarrollo de habilidades.

6. Mejorar el plan de estudios: Los materiales de formación en línea, como el programa Drone4HER, están diseñados para complementar la formación que reciben los miembros del personal en los cursos de vuelo de drones. Al integrar la formación en línea en el plan de estudios, los profesionales de los jardines históricos pueden mejorar sus conocimientos y habilidades en áreas específicas del manejo y mantenimiento de drones.

En general, la formación en línea es una opción muy ventajosa para el personal de los jardines históricos, ya que ofrece rentabilidad, escalabilidad, flexibilidad, diversas opciones de cursos y aprendizaje interactivo. Un ejemplo es el curso en línea Drone4HER, que ofrece material de formación exhaustivo sobre diversos aspectos de las operaciones con drones, como el análisis de datos, la privacidad de los datos y la normativa sobre drones.

Para responder a la necesidad de experiencia práctica en el pilotaje de drones, el personal del jardín puede utilizar eficazmente simuladores avanzados de drones como el Simulador de Vuelo DJI y el Simulador Liftoff. Estos simuladores ofrecen un entorno inmersivo y realista que permite al personal practicar habilidades de pilotaje, maniobras de vuelo, navegación de obstáculos y respuestas de emergencia sin poner en riesgo equipos caros ni la seguridad de los visitantes.

La combinación de recursos en línea con simuladores de drones proporciona un enfoque completo para el desarrollo de habilidades. El personal de los jardines puede adquirir conocimientos teóricos a través de cursos en línea al tiempo que recibe una valiosa formación práctica, lo que garantiza una comprensión exhaustiva de la tecnología de los drones y sus aplicaciones. Este enfoque capacita al personal para tomar decisiones informadas y contribuir eficazmente a la conservación y el progreso de los jardines históricos.

### 7.3. *Programas de formación y recursos disponibles*

La tabla 30 presenta una recopilación de recursos valiosos para mejorar los conocimientos y habilidades del personal de los jardines históricos en el ámbito de la tecnología de drones. Muestra varios ejemplos de fuentes de formación en línea, seminarios web y talleres del sector, plataformas de aprendizaje colaborativo y recursos de fabricantes de drones, todos ellos destinados a dotar al personal de los jardines de ideas y conocimientos prácticos relacionados con el funcionamiento y el mantenimiento de los drones.

CUADRO 30  
Fuentes y ejemplos de formación en línea para operaciones con drones en jardines históricos

Fuente	Descripción	Ejemplos
--------	-------------	----------

<b>Plataformas de formación en línea</b>	Plataformas que ofrecen cursos sobre manejo y mantenimiento de drones.	<u>Academia Europea de Drones</u> : Ofrece una amplia gama de cursos relacionados con drones, como pilotaje, normativa y análisis de datos. <u>Drones para Europa (D4EU)</u> : Ofrece cursos sobre tecnología de drones, fotografía aérea y topografía para diversas aplicaciones. <u>Udemy</u> : Ofrece varios cursos relacionados con drones, como pilotaje, cartografía aérea y fotografía y videografía. <u>Coursera</u> : Ofrece cursos de las mejores universidades e instituciones sobre tecnología de drones, robótica aérea y análisis de datos con drones.
<b>Seminarios web y talleres del sector:</b>	Seminarios web y talleres organizados por asociaciones del sector y organizaciones conservacionistas.	<u>Seminarios web AUVSI</u> : Opiniones de expertos y orientación práctica sobre tecnología de drones. <u>Asociación Europea de Laboratorios de Teledetección (EARSel)</u> : Organiza seminarios web sobre aplicaciones de drones en la vigilancia medioambiental y la teledetección. <u>Historic England</u> : Ofrece talleres sobre el uso de drones en la preservación y conservación de jardines históricos. <u>Conferencia D-site</u> : Conferencia internacional sobre el uso de drones en el ámbito del Patrimonio Cultural
<b>Aprendizaje colaborativo</b>	Comunidades y foros en línea para conectar con profesionales y compartir experiencias dentro de la comunidad de los drones.	<u>Comunidad DroneDeploy</u> , <u>Foro DJI</u> y <u>r/drones de Reddit</u> : Espacios para que entusiastas y profesionales de los drones se conecten, compartan experiencias, hagan preguntas y aprendan unos de otros. <u>Foro Europeo de Drones</u> : Una plataforma para que entusiastas y profesionales de los drones se conecten, intercambien conocimientos y aprendan unos de otros. <u>Grupo de Facebook de la comunidad de drones</u> : Permite intercambiar conocimientos, compartir recursos y establecer contactos con expertos europeos en drones.
<b>Recursos para fabricantes de drones</b>	Recursos en línea, vídeos de instrucciones y manuales de usuario de los fabricantes de drones	<u>Recursos educativos de DJI</u> : Tutoriales en línea, guías de productos y consejos para el manejo y mantenimiento de drones. <u>Autel Robotics</u> : Ofrece recursos para conocer sus modelos de drones. - Parrot: Ofrece vídeos instructivos para sus drones. <u>Yuneec</u> : Ofrece manuales de usuario para sus modelos específicos de drones dentro del mercado europeo.

Fuente: Socio del proyecto Telewander ApS (2023)

Estos recursos ofrecen una gran variedad de cursos, seminarios web y comunidades en línea que se adaptan a los distintos niveles de conocimientos e intereses de la Unión Europea. Al explorar estos recursos, el personal de los jardines puede reforzar sus capacidades, contribuir más eficazmente a la conservación del patrimonio y aprovechar al máximo las ventajas que la tecnología de los drones aporta al mundo de los jardines históricos.

#### 7.4. *Consejos para un aprendizaje en línea eficaz*

A medida que evoluciona el panorama de la tecnología y las soluciones, resulta esencial proporcionar al personal de los huertos históricos un proceso eficaz de aprendizaje en línea. Para optimizar su experiencia formativa, tenga en cuenta los siguientes consejos:

- Manténgase al día: Anime al personal a mantenerse informado sobre la normativa relativa a los drones, las tendencias del sector y los avances tecnológicos a través de boletines del sector y fuentes en línea de confianza.
- Establezca objetivos claros: Ayude al personal a establecer objetivos de aprendizaje específicos, como la certificación de piloto de drones o el dominio de técnicas de cartografía aérea, y divídalos en hitos para hacer un seguimiento de los progresos.
- Cree un calendario de aprendizaje estructurado: Asigne un tiempo específico a la formación en línea, establezca hitos y utilice recordatorios o aplicaciones de programación para garantizar la coherencia.

- Participar en aplicaciones prácticas: Anime al personal a practicar operaciones con drones en entornos controlados, a colaborar en proyectos piloto y a participar en ejercicios sobre el terreno para consolidar sus conocimientos.
- Buscar opiniones y colaboración: Fomente la búsqueda de opiniones de compañeros, supervisores y profesionales experimentados a través de foros de debate en línea y grupos de redes sociales centrados en la gestión de drones y jardines históricos.
- Mantener la disciplina y la motivación: Recuerde al personal la importancia de la formación, celebre los hitos y establezca objetivos personales o recompensas para mantener la motivación.

Establezca contactos y asista a eventos virtuales: Fomente la participación en eventos virtuales, conferencias o seminarios web relacionados con drones y la gestión de jardines históricos para establecer contactos y exponerse a nuevas ideas y mejores prácticas.

## 8. Conclusión

El presente manual examina la integración de la tecnología de los drones en el mantenimiento y la gestión de los jardines históricos, ofreciendo una gran cantidad de conocimientos y perspectivas prácticas para los jardineros y gestores de jardines históricos. Haciendo especial hincapié en los retos específicos a los que se enfrenta la conservación de estos paisajes de importancia cultural, el manual presenta los drones como poderosas herramientas para superar dichos obstáculos. Empezando por los fundamentos de los drones, explora sus diversas aplicaciones, como la recopilación de datos, la termografía, la fotogrametría, la agricultura de precisión y la comercialización. Haciendo hincapié en la seguridad, el cumplimiento y la formación del personal, el manual proporciona a los lectores directrices y recursos esenciales para garantizar el éxito de las operaciones con drones en los jardines históricos.

El uso de drones en jardines históricos tiene una serie de consecuencias importantes y positivas, que abren el camino a una nueva era de conservación y gestión. Uno de los beneficios significativos radica en la eficacia y precisión de la recogida de datos. Los drones permiten capturar fotografías aéreas detalladas e imágenes térmicas, lo que permite a los guardas identificar problemas estructurales ocultos, controlar la salud de la vegetación y detectar posibles peligros. Estos datos mejorados permiten tomar decisiones con conocimiento de causa, lo que conduce a intervenciones oportunas y a un mantenimiento específico, salvaguardando en última instancia la integridad histórica del jardín y reduciendo el riesgo de daños irreversibles. Además, la aplicación de técnicas de agricultura de precisión mediante drones optimiza el uso del agua, minimiza la aplicación de pesticidas y mejora la salud de las plantas, fomentando un enfoque sostenible y ecológico de la jardinería. Por otra parte, el uso de drones mejora los esfuerzos de marketing, cautivando a los visitantes con impresionantes vistas aéreas y experiencias inmersivas, incitándoles a explorar y apreciar el encanto único del jardín. El uso de drones en jardines históricos no solo facilita la eficiencia de las operaciones, sino que también promueve una mayor participación del público, garantizando que estos preciados paisajes sigan siendo apreciados, protegidos y celebrados por las generaciones venideras.

La adopción de drones puede revolucionar nuestra forma de afrontar los retos, agilizar las tareas de mantenimiento y mejorar la experiencia general en los jardines. Tomemos la iniciativa de desarrollar nuevas funciones y competencias, capacitando a nuestros equipos para aprovechar los drones en vuelos cartográficos, inspecciones termográficas, fotogrametría y agricultura de precisión. Respetando las directrices para un uso seguro y eficaz de los drones, garantizamos una integración perfecta en nuestras estrategias de conservación. Con los drones como aliados, podemos embarcarnos en un viaje de supervisión del agua, evaluación de la salud, gestión de riesgos e identificación del mantenimiento como nunca antes.

Además, al adoptar esta tecnología innovadora, abrimos nuevos horizontes para la comercialización y la mejora de la experiencia turística, invitando a los visitantes a explorar y apreciar la magnificencia de nuestros jardines históricos. Gracias a la tecnología de los drones, podemos tender un puente entre el pasado y el presente, preservando el patrimonio y la belleza de estos paisajes atemporales y adoptando al mismo tiempo un enfoque sostenible y orientado al futuro. Hoy hacemos un sonoro llamamiento a la acción: aprovechemos la oportunidad, adoptemos la tecnología de los drones e iniciemos la transformación de nuestros jardines históricos en paraísos sostenibles del patrimonio cultural y la belleza natural. Juntos, forjemos un legado que resista la prueba del tiempo, inspirando a las generaciones para que aprecien y protejan estos valiosos paisajes durante los siglos venideros.

Actuando hoy, nos aseguramos de que nuestros jardines históricos sigan prosperando como testimonios vivos de la historia, la cultura y el esplendor de la naturaleza.



- **Lista de siglas**

AENA - Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea  
AR - Realidad aumentada  
AESA - Agencia Europea de Seguridad Aérea  
CEDEFOP - Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional  
CFD - Dinámica de fluidos computacional  
MDE - Modelos Digitales de Elevación  
MDS - Modelos digitales de superficie  
MDT - Modelos digitales del terreno  
IEJH - Itinerario Europeo de Jardines Históricos  
FPS: fotogramas por segundo  
FPV - Vista en primera persona  
SIG - Sistema de Información Geográfica  
GLONASS - Sistema Mundial de Navegación por Satélite  
GNSS - Sistema Mundial de Navegación por Satélite  
GPS - Sistema de Posicionamiento Global  
HDR - Alto rango dinámico  
TIC - Tecnologías de la Información y la Comunicación  
IPM - Gestión Integrada de Plagas  
IR - Radiación infrarroja  
IRT - Termografía infrarroja  
ISO - Organización Internacional de Normalización, es la sensibilidad a la luz de una película o un sensor digital.  
LAS - Archivo LASer  
LED: diodo emisor de luz  
LiDAR - Detección y medición de distancias por luz (Light Detection and Ranging)  
NAA - Autoridad Nacional de Aviación  
ND - Filtro de densidad neutra  
NIR: infrarrojo cercano amplio  
RAW: formato de archivo utilizado para guardar imágenes sin procesar ni comprimir en una cámara.  
RGB - Rojo, verde y azul  
RPAS - Sistema de aeronaves pilotadas por control remoto  
RS - Teledetección  
SfM - Fotogrametría de estructura a partir del movimiento  
SIT - La técnica del insecto estéril  
STC - Sviluppo Turistico Collodi s.r.l.  
UAS - Sistema de aviones no tripulados  
UAV - Vehículo aéreo no tripulado  
UDP - Periodo de luz diurna uniforme  
UV - Ultravioleta  
VR - Realidad virtual  
2D - Bidimensional  
3D - Tridimensional  
4K, 5,2K o 6K: resoluciones horizontales de unos 4.000, 5.200 o 6.000 píxeles, respectivamente