



Drone4HER

Manuale

Come utilizzare i droni per il giardinaggio

Ana Rosa Moreno Garcia
Itinerario europeo dei giardini storici

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

Josè Manuel Lizama Gonzales

Luis Alberto Lizama Fuentes
Telewander A.P.S.



Questa pubblicazione è stata finanziata con il sostegno della Commissione Europea. L'autore è il solo responsabile di questa pubblicazione e la Commissione declina ogni responsabilità sull'uso che potrà essere fatto delle informazioni in essa contenute.



drone4her.eu



Salviamo il patrimonio dei giardini storici con i droni

ERASMUS+ Azione chiave 210 Progetti di partenariato su piccola scala
Numero di accordo n. 2022-1-IT02-KA210-ADU-000083100



Questo documento è stato sviluppato e distribuito nel 2023 da Sviluppo Turistico Collodi con licenza Creative Commons 4.0 Attribuzione-Non Commerciale-Condividi allo stesso modo (CC BY-NC-SA). Questa licenza consente di remixare, modificare e costruire su quest'opera in modo non commerciale, a condizione di dare il giusto credito.

Partners of the project

- Sviluppo Turistico Collodi, Italy, *project coordinator*
- Telewander, Denmark
- European Route of Historic Gardens Association, Spain

For more information please, visit:
drone4her.eu

Get in touch:
contact@drone4her.eu

Sviluppo Turistico Collodi s.r.l.
Via Pasquinelli, 6/8
51017, Pescia. Italy

Coordinatore del progetto: Sviluppo Turistico Collodi s.r.l.

Autori:

Ana Rosa Moreno García, Itinerario europeo dei giardini storici

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

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

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

Contatto: Pier Francesco Bernacchi sviluppo@pinocchio.it

Sviluppo Turistico Collodi s.r.l. / Italia

Drone4HER Manuale per un corso di formazione online su come utilizzare i droni per la gestione e la manutenzione dei giardini storici disponibile su <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



Ringraziamenti

Questo manuale è il risultato di un lavoro di squadra svolto nel 2023.

L'elaborazione del manuale è stata redatta dai partner del progetto Drone4HER. Il contenuto del manuale è stato progettato sulla base dell'analisi dei bisogni dei giardinieri che lavorano nei giardini storici, svolta come fase precedente di questo progetto, in modo da rispondere a ciò che si aspettano da loro e consentire l'adeguata creazione del successivo corso online su come utilizzare i droni per la gestione e la manutenzione dei giardini storici, contemplato nell'ambito del progetto Drone4HER.

I partner del progetto Drone4HER desiderano ringraziare Lukasz Przybylak, presidente in carica della Strada Europea dei Giardini Storici, per il suo prezioso contributo alla sezione introduttiva del manuale, in cui presenta le sfide attuali della manutenzione e della gestione dei giardini storici.

I partner del progetto Drone4HER desiderano inoltre ringraziare gli specialisti che hanno collaborato alla stesura del manuale, nonché i responsabili e i rappresentanti della Strada Europea dei Giardini Storici che hanno fornito immagini per il manuale.

Indice dei contenuti

1. Contesto e innovazione	4
1.1. <i>Scopo e campo di applicazione del Manuale</i>	4
1.2. <i>Sfide della manutenzione e della gestione dei giardini storici, a cura di Lukasz Przybylak, presidente facente funzione della Strada Europea dei Giardini Storici</i>	5
1.3. <i>Superare le sfide dell'introduzione dei droni nei giardini storici</i>	6
1.3.1. <i>Sviluppare nuovi ruoli nei giardini storici</i>	6
1.3.2. <i>Affrontare la mancanza di competenze digitali tra i giardinieri</i>	9
1.3.3. <i>Aggiornarsi sui requisiti legali e sulle normative</i>	12
1.4. <i>Vantaggi dell'uso dei droni nella manutenzione dei giardini storici</i>	14
2. Capire i droni	15
2.1. <i>Tipi di droni consigliati</i>	15
2.2. <i>Componenti e caratteristiche del drone</i>	20
3. Operazioni con i droni nei giardini storici	27
3.1. <i>Linee guida per un utilizzo sicuro ed efficace dei droni nei giardini storici</i>	27
3.2. <i>Manutenzione e stoccaggio dei droni in un giardino storico</i>	30
3.3. <i>Requisiti legali per le operazioni con i droni</i>	33
3.3.1. <i>Regolamenti europei e leggi nazionali</i>	34
3.3.2. <i>Categorie operative dei droni</i>	34
3.3.3. <i>Protocollo del drone</i>	34
3.3.4. <i>La legislazione europea consolidata</i>	37
3.4. <i>Documentazione per le operazioni con i droni nei giardini storici: Garantire la conservazione, la conformità e la sicurezza</i>	37
4. Recupero di informazioni utili dalla telecamera e dai sensori del drone	42
4.1. <i>Acquisizione di fotografie e video aerei</i>	43
4.2. <i>Estrazione di informazioni da foto, video e altri sensori del drone</i>	43
4.3. <i>Tipi di applicazioni delle foto e dei video aerei</i>	46
5. Applicazioni dei droni per la gestione e la conservazione dei giardini storici	52
5.1. <i>Monitoraggi e ispezioni regolari dei giardini storici con l'uso di droni</i>	52
5.2. <i>Monitoraggio dell'acqua: Controllo termografico per rilevare aree con eccesso/mancanza d'acqua</i>	57
5.3. <i>Monitoraggio della salute: Controllo di parassiti e malattie</i>	60
5.4. <i>Gestione dei rischi: Prevenzione degli incendi</i>	63
5.5. <i>Identificazione degli interventi di manutenzione o riparazione necessari e valutazione delle aree difficili da raggiungere</i>	65
6. Applicazione dei droni per il marketing nei giardini storici	66
6.1. <i>Suggerimenti per il marketing dell'uso dei droni nei giardini storici</i>	66
6.2. <i>Utilizzo dei droni per migliorare l'offerta turistica</i>	67
6.3. <i>Usare i droni per promuovere i giardini storici</i>	70
7. Formazione del personale dei giardini storici e sviluppo delle competenze in materia di funzionamento e manutenzione dei droni	72
7.1. <i>Competenze per utilizzare con successo i droni nei giardini storici</i>	73
7.2. <i>Vantaggi della formazione online</i>	74
7.3. <i>Programmi e risorse di formazione disponibili</i>	75

7.4. <i>Suggerimenti per un apprendimento online efficace</i>	76
8. Conclusione	78
Elenco degli acronimi	79

1. Contesto e innovazione

1.1. Scopo e ambito del Manuale

L'utilizzo dei droni nei giardini storici rappresenta un'innovazione rivoluzionaria che fonde perfettamente i progressi tecnologici con la conservazione del patrimonio culturale. Questo approccio innovativo trascende i metodi tradizionali di gestione dei giardini, offrendo un modo innovativo per monitorare, proteggere e mostrare questi paesaggi preziosi. Abbracciando i droni, i giardini storici adottano una strategia lungimirante che armonizza tecnologia e tradizione, assicurando la conservazione del loro patrimonio per le generazioni a venire e adattandosi al contempo alle esigenze in continua evoluzione del presente. Inoltre, lo stesso processo di sviluppo del presente manuale è innovativo, in quanto prevede la co-creazione con i giardinieri storici e i gestori. Incorporando le loro intuizioni e le loro esigenze, il manuale e il corso online che ne derivano diventano soluzioni su misura, assicurando un adattamento simbiotico tra i risultati del progetto e le aspettative degli stessi utenti che intende potenziare. Questo approccio olistico intreccia perfettamente l'innovazione tecnologica con la creazione collaborativa, favorendo una trasformazione dinamica delle pratiche di conservazione dei giardini storici.

Lo scopo di questo manuale è quello di fungere da guida di riferimento per il corso online del progetto. A tal fine, il manuale fornisce contenuti dettagliati e pratici su come integrare la tecnologia dei droni per la manutenzione e la gestione dei giardini storici. I giardini storici, con il loro significato culturale e la loro bellezza architettonica, richiedono che i giardinieri siano in grado di utilizzare soluzioni innovative per superare le sfide della conservazione e della sostenibilità. Sfruttando la potenza dei droni, i giardinieri e i gestori di giardini storici possono affrontare in modo efficiente queste sfide e garantire la conservazione di questi preziosi paesaggi per le generazioni a venire.

Il presente manuale copre vari aspetti relativi alle operazioni con i droni nei giardini storici. Inizia con un'esplorazione della comprensione fondamentale dei droni, compresi i tipi di droni disponibili nelle categorie raccomandate per il funzionamento nei giardini storici e i loro componenti e caratteristiche principali. Partendo da queste basi, il manuale analizza l'implementazione pratica della tecnologia dei droni nei giardini storici.

Il manuale presenta lo sviluppo di nuove abilità e competenze specifiche per i giardini storici per sfruttare efficacemente la tecnologia dei droni. Ciò include l'acquisizione di dati dai voli di mappatura, la conduzione di ispezioni termografiche, l'utilizzo della fotogrammetria per ottenere modelli 3D accurati e l'applicazione di tecniche di agricoltura di precisione per un giardinaggio efficiente.

La sicurezza e la conformità sono fondamentali in qualsiasi operazione con i droni. Per questo motivo, il manuale fornisce le linee guida per un utilizzo sicuro ed efficace dei droni, compresi i requisiti legali e i regolamenti per l'utilizzo dei droni sopra i giardini storici. Inoltre, vengono descritte le procedure di manutenzione e conservazione per garantire la longevità e le prestazioni ottimali delle apparecchiature dei droni.

Il manuale evidenzia i vantaggi dell'uso dei droni nella manutenzione dei giardini storici, sottolineando le loro applicazioni nel monitoraggio dell'acqua, nella valutazione della salute, nella gestione dei rischi, nell'identificazione della manutenzione e nella valutazione delle aree difficili da raggiungere.

Inoltre, il manuale esplora il potenziale di marketing dei droni nei giardini storici, fornendo suggerimenti per una promozione efficace e per migliorare l'esperienza turistica attraverso la tecnologia dei droni.

Riconoscendo l'importanza dell'aggiornamento digitale per la forza lavoro, il manuale e il corso online forniscono risorse di apprendimento innovative e digitali per il personale dei giardini storici e sottolineano i vantaggi dell'apprendimento online.

Utilizzando la tecnologia dei droni, i giardinieri e i gestori possono migliorare la gestione e la conservazione dei giardini, promuoverne il significato storico e favorire un futuro sostenibile e prospero per questi paesaggi culturalmente significativi.

1.2. *Le sfide della manutenzione e della gestione dei giardini storici, a cura di Lukasz Przybylak¹, presidente facente funzione della Strada Europea dei Giardini Storici*

Le sfide che il restauro dei giardini storici deve affrontare aumentano proporzionalmente ai cambiamenti sociali, compreso lo sviluppo del turismo, ma anche a quelli legislativi e ambientali. Il fattore fondamentale che valorizza il disturbo di una specifica categoria di sfide in relazione al restauro e alla gestione contemporanea del patrimonio dei giardini è l'appartenenza legale del sito. La forma di proprietà legale di un sito è strettamente legata alle opportunità di finanziamento delle attività di cura e conservazione. Insieme alla legge sugli appalti pubblici, ha anche un impatto diretto (di solito negativo) sulla corretta attuazione dei progetti di conservazione.

Va inoltre sottolineato che il periodo della pandemia COVID-19 non è passato senza influenzare anche la gestione dei giardini storici. Infatti, questa crisi globale ha accelerato i risultati di oltre il 50% dei problemi dei giardini storici.

FIGURA 1

Giardiniere di un giardino storico che sta sistemando il terreno



Fonte: Giardini di Santa Clotilde

Il gruppo di sfide principali identificate oggi tra i giardini storici e i paesaggi culturali può essere suddiviso in:

1. Sfide metodologiche,
2. Sfide legislative,
3. Sfide tecnologiche,
4. Sfide amministrative,
5. Sfide sociali,
6. Sfide ambientali,

Questi ultimi comprendono un gruppo di fattori con cui il patrimonio dei giardini si confronta ogni giorno e ogni anno in modo sempre più violento. L'intensificazione dei fenomeni naturali sfavorevoli alla sostanza dei giardini storici è stata osservata almeno dall'inizio del secolo corrente, con particolare intensità nell'ultimo decennio.

L'entità dell'avanzamento dei cambiamenti climatici (sia a livello globale che locale) significa che le azioni per affrontare queste sfide possono essere suddivise in misure preventive e adattive. Va sottolineato, tuttavia, che la portata dei cambiamenti che interessano l'ambiente naturale (compresi i giardini storici) ridefinisce il concetto di

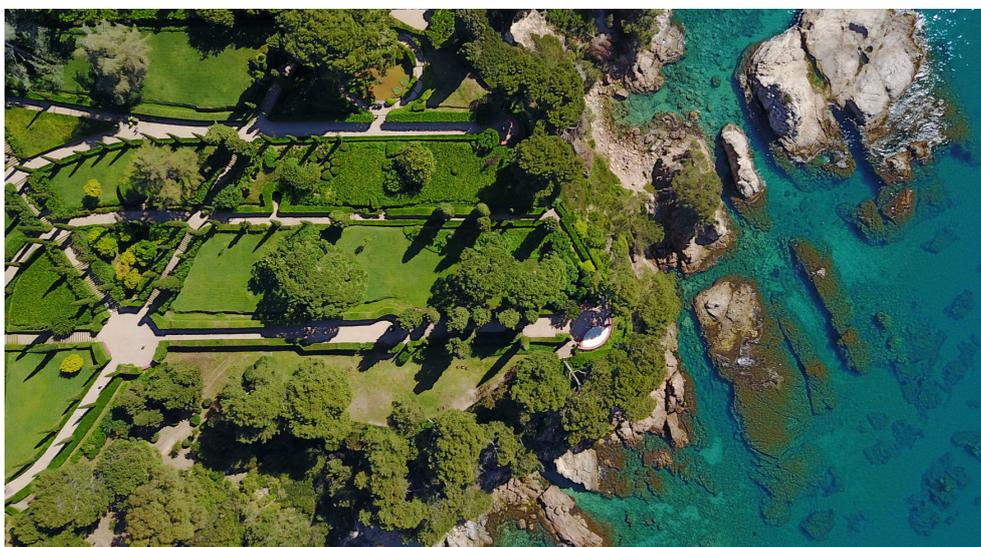
¹ Lukasz Przybylak è dottore di ricerca in Architettura del paesaggio, titolare della cattedra di Storia dell'architettura del paesaggio e conservazione dei monumenti dei giardini (Università tecnica di Dresda). È consulente per i giardini storici della Cancelleria del Presidente della Repubblica di Polonia e co-fondatore del Centro europeo per l'arte dei giardini Eduard Petzold.

prevenzione. La prevenzione non consiste più nell'impedire che un fenomeno si verifichi nel suo complesso. Riguarda lo sviluppo di un modello efficiente di gestione nel campo della minimizzazione (se la natura del fattore lo consente) dell'entità dell'impatto della minaccia già identificata entro i confini del giardino sulle altre componenti del suo assetto e della sua struttura.

Se la prevenzione è definita in questo modo, qualsiasi strumento che aiuti a identificare i fenomeni che minacciano i giardini storici è prezioso. L'uso di droni telecomandati, ad esempio, può servire da esempio. I dispositivi dotati di strumenti video e fotografici possono essere utilizzati, ad esempio, per monitorare la diffusione di malattie della flora identificate visivamente. I droni dotati di dispositivi di scansione possono anche essere preziosi per un monitoraggio più preciso dello stato della vegetazione e per l'identificazione delle sue caratteristiche specifiche.

Gli estesi complessi di giardini storici situati all'interno dei confini degli agglomerati urbani in fase di sviluppo dinamico assumono un ulteriore ruolo di serbatoio di un ecosistema specifico. Offrono alla fauna e alla flora, naturalmente presenti nell'area, la possibilità di sopravvivere. Questo, a sua volta, si traduce in un aumento del livello di conservazione e di responsabilità della natura, grazie al quale il sito, modellato secondo le regole dell'arte del giardino, deve essere in parte adattato alle esigenze di piante e animali. L'adattamento del giardino storico alle esigenze dell'ambiente naturale deve tuttavia avvenire nel pieno rispetto dell'assetto storicamente documentato e della specificità strutturale del sito. Nel contesto di questi fattori, ad esempio, va ridefinita anche la convinzione della legittimità di continuare a coltivare giardini che rappresentano lo stile barocco in senso lato. Questi spazi ci sono già sconosciuti non solo in termini culturali (cioè in termini di cerimoniale, simbolismo) ma, di fronte alle sfide contemporanee, sono anche fenomeni naturali-culturali impossibili da mantenere nello spirito di un'autenticità leggendaria.

FIGURA 2
Vista aerea dei Giardini di Santa Clotilde in Spagna



Fonte: Giardini di Santa Clotilde

Gli eventi globali della prima metà del XXI secolo dimostrano con forza che ci troviamo di fronte a una necessaria revisione dell'attuale dottrina di gestione dei giardini storici e dei paesaggi culturali. Lo slogan "sostenibilità" non è più solo un termine elegante per rendere più attraenti i progetti e i piani di conservazione. L'azione di conservazione in armonia con il mondo naturale è ora un dovere e realizzarla con il supporto di tecnologie ad alta tecnologia e il contemporaneo ricordo dell'artigianato tradizionale è una necessità.

1.3. Superare le sfide dell'introduzione dei droni nei giardini storici

1.3.1 Sviluppare nuovi ruoli nei giardini storici

Lo sviluppo di nuovi ruoli per le operazioni con i droni in un giardino storico può migliorare notevolmente l'efficienza e l'efficacia del programma. Con competenze specialistiche e considerazioni specifiche sul sito, questi nuovi ruoli assicurano che il team operativo dei droni sia ben equipaggiato per affrontare le sfide uniche

presentate dall'importanza storica e dalle complessità architettoniche del giardino. Grazie al coinvolgimento di esperti in conservazione storica, patrimonio culturale e altri settori rilevanti, il team può condurre le operazioni con i droni con una profonda comprensione del valore e dell'importanza del giardino. Questi nuovi ruoli contribuiscono a un processo decisionale più informato, a una migliore interpretazione dei dati e a una migliore integrazione dei contenuti ripresi dai droni negli sforzi di conservazione e nei materiali promozionali. In definitiva, l'aggiunta di nuovi ruoli rafforza la gestione complessiva delle operazioni con i droni nel giardino storico, migliorandone la conservazione, l'esperienza dei visitatori e l'apprezzamento del suo ricco patrimonio culturale.

Per stabilire operazioni efficaci con i droni nei giardini storici, è necessario sviluppare diversi ruoli per garantire un utilizzo sicuro, responsabile e di successo dei droni, come mostrato nella figura 3.

FIGURA 3²
Ruoli legati al successo delle operazioni con i droni



Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

- **Pilota di droni**

I piloti di droni addestrati e autorizzati sono essenziali per utilizzare il drone in modo sicuro e catturare filmati di alta qualità. Devono essere esperti nel volo del drone, nella navigazione e nel rispetto delle norme dell'aviazione. Il pilota di droni è responsabile della pianificazione dei voli, della corretta manutenzione del drone e del suo utilizzo durante le riprese.

- **Osservatore visivo o operatore con telecamera/sensore**

Quando si utilizzano droni di grandi dimensioni appartenenti alla sottocategoria A3 del sistema europeo di categorizzazione dei droni, spesso è necessario che più di una persona operi sul drone. Anche se non è necessario dal punto di vista legale, ma in termini di sicurezza e controllo della qualità, è una pratica migliore. Inoltre, molti droni commerciali supportano la modalità a doppio controllo, in cui un secondo pilota può azionare telecamere e sensori mentre l'altro pilota si concentra sul volo.

- **Responsabile della sicurezza**

Un responsabile della sicurezza supervisiona le operazioni dei droni per garantire la conformità ai protocolli e alle normative di sicurezza. Controlla l'area di volo, gestisce il controllo della folla durante le operazioni con i

²Drone U (2023, 7 giugno). *Guida alle professioni dei piloti di droni: Exploring Opportunities for UAS Jobs*. <https://bit.ly/3DutlM2>

Istituto dei piloti (2022, 25 gennaio). *Quali tipi di lavoro possono svolgere i piloti di droni?* <https://bit.ly/3pYxxRr>

DJI (2022, 8 aprile). *Impresa. Ruoli per gli operatori di droni in tutti i settori industriali*. <https://bit.ly/451Ti1l>

droni e prende le precauzioni necessarie per ridurre al minimo i rischi per i visitatori, le strutture del giardino e il drone stesso.

- **Videografo e montatore**

Un videografo e un montatore video professionisti sono responsabili della produzione di materiali di marketing di alta qualità utilizzando le riprese del drone. Si occuperanno del lavoro di post-produzione, compreso il montaggio, la correzione del colore e l'aggiunta di musica o narrazione per creare video di marketing accattivanti.

- **Responsabile della conformità legale e normativa**

Questo ruolo garantisce che tutte le operazioni con i droni siano conformi alle normative locali e nazionali che regolano i voli con i droni. Si occupa di ottenere i permessi e le autorizzazioni necessarie per le operazioni con i droni nei giardini storici.

Oltre a questi ruoli, sarà necessaria una persona responsabile delle relazioni pubbliche e degli aspetti di marketing delle operazioni con i droni. Questa persona si assicurerà che i filmati catturati siano in linea con il marchio e la messaggistica del giardino e supervisionerà la diffusione di materiale promozionale con i contenuti catturati dal drone. Questo nuovo ruolo si chiama Coordinatore delle comunicazioni.

Inoltre, per studiare le immagini dai droni per ispezionare le strutture nei giardini storici, leggere i dati della mappatura della vegetazione, della termografia e della fotogrammetria, ci sono ruoli aggiuntivi che devono essere creati nei giardini storici. La Figura 4 presenta questi ruoli aggiuntivi che vengono spiegati di seguito.

- **Ingegnere civile**

Un ingegnere civile può aiutare a valutare le fondamenta dell'edificio, i sistemi di drenaggio e le condizioni generali del sito.

- **Specialista in telerilevamento**

Un esperto di telerilevamento è in grado di analizzare i dati raccolti da sensori aerei o satellitari, che forniscono le immagini grezze utilizzate per la mappatura della vegetazione. Comprende gli aspetti tecnici dei sensori e il processo di acquisizione delle immagini.

- **Termografo o esperto di termografia a infrarossi**

Lo specialista che legge i dati termografici dai droni. Questi esperti sono in grado di catturare e interpretare le immagini termiche utilizzando telecamere e sensori a infrarossi per analizzare le variazioni di temperatura di oggetti, superfici o ambienti.

- **Analista GIS**

Un analista di sistemi informativi geografici (GIS) è responsabile dell'elaborazione e dell'organizzazione dei dati di mappatura della vegetazione all'interno di una piattaforma GIS. Crea mappe, analizza modelli spaziali e interpreta i dati sulla vegetazione in un contesto geospaziale.

- **Modellatore o mappatore 3D di droni**

Questo specialista è responsabile della creazione di mappe e modelli 3D a partire da immagini ad alta risoluzione ricevute da un drone, utilizzando una speciale piattaforma software di fotogrammetria.

- **Analista dati**

Un analista di dati svolge un ruolo cruciale nell'elaborazione e nell'interpretazione dei dati grezzi raccolti per la mappatura della vegetazione. Esegue analisi statistiche, valuta l'accuratezza dei dati e genera rapporti basati sui risultati ottenuti.

- **Architetto del paesaggio**

Un architetto del paesaggio contribuisce con la sua conoscenza dei principi di progettazione e pianificazione del paesaggio a interpretare i dati della mappatura della vegetazione nel contesto della disposizione del giardino e dell'estetica generale.

- **Biologo della conservazione**

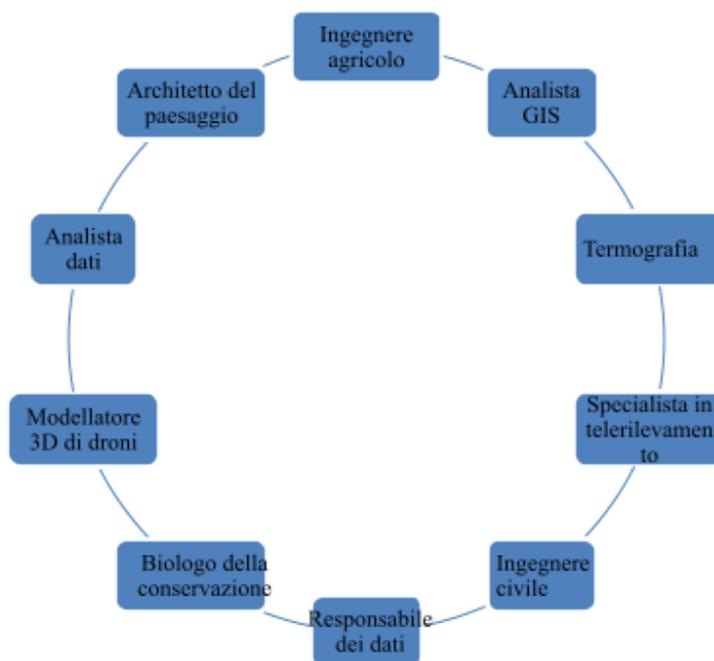
Un biologo della conservazione fornisce approfondimenti sul significato ecologico dei diversi tipi di vegetazione e sulla loro importanza nel sostenere gli sforzi di conservazione della biodiversità e degli habitat.

- **Responsabile dei dati**

Il gestore dei dati si occupa dell'archiviazione, dell'organizzazione e della sicurezza delle riprese effettuate con il drone e dei file associati. Garantisce il backup dei dati e la loro facile accessibilità per futuri scopi di marketing o di ricerca.

FIGURA 4

Principali ruoli legati all'analisi dei dati e all'interpretazione del funzionamento dei droni nei giardini storici



Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

Sviluppando questi ruoli e mettendo insieme un team competente e coordinato, i giardini storici possono implementare le operazioni con i droni in modo da mettere in risalto la loro bellezza e il loro significato culturale, dando al contempo priorità alla sicurezza, alla conservazione e alla conformità alle normative.

1.3.2 Affrontare la mancanza di competenze digitali tra i giardinieri

L'automazione, la tecnologia, il cambiamento climatico e la transizione verde, insieme alla pandemia di coronavirus, stanno ridisegnando il mercato del lavoro europeo. È urgente creare ruoli professionali specifici, in grado di colmare rapidamente il divario tra le applicazioni offerte dalle nuove tecnologie e le pratiche e metodologie tradizionali. Il giardinaggio è una di queste pratiche e i giardinieri devono essere aggiornati.

FIGURA 5

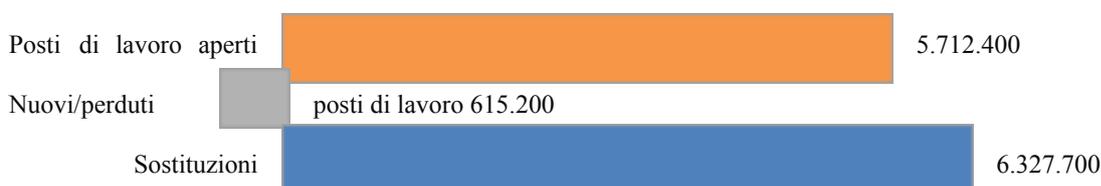
Uso dei droni nei giardini storici



Fonte: Creative Commons copyrights free (2023)

Come si può vedere nella tabella 1, dal 2018 al 2030 si stima che circa 6,3 milioni di persone lasceranno il loro lavoro di braccianti e giardinieri e dovranno essere sostituite.

TABELLA 1
Futuri posti di lavoro come braccianti agricoli e giardinieri (2018-2030)³



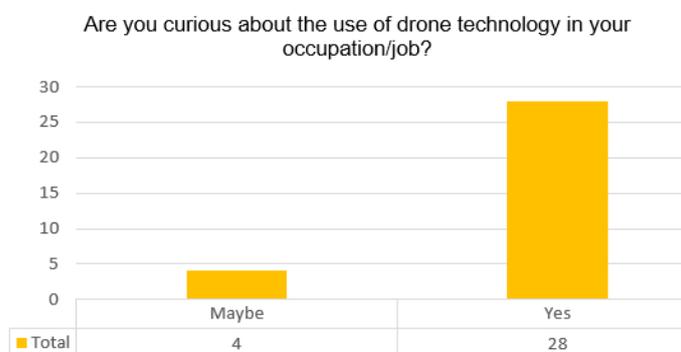
Fonte: Cedefop (2020)

Questo calo dell'occupazione non è così pessimistico come potrebbe sembrare a prima vista. Il risultato è che ci saranno circa 5,7 milioni di posti di lavoro che dovranno essere occupati entro il 2030 e per essere pronti a questi nuovi sbocchi occupazionali i giardinieri devono comprendere diverse tecnologie ed essere in grado di applicare metodi e strumenti analitici. Per esempio, solo per citarne alcuni, i giardinieri devono saper mappare e monitorare le risorse idriche e le malattie dei parassiti, essere in grado di applicare l'irrigazione di precisione e identificare i rischi attraverso il monitoraggio costante dello stato della vegetazione e dei manufatti dei giardini storici.

I risultati dei dati raccolti da 32 giardinieri, ricercatori e gestori di giardini nella fase iniziale di questo progetto forniscono una comprensione unica e realistica della situazione dei giardinieri in relazione alla nuova tendenza del mercato del lavoro e rivelano una chiara visione delle competenze digitali di cui hanno bisogno per affrontare le sfide di un mondo guidato dalla tecnologia.

Come si evince dalle tabelle 2 e 3, i risultati della ricerca mostrano un elevato livello di curiosità e interesse da parte dei 32 intervistati nei confronti dell'uso della tecnologia dei droni.

TABELLA 2
Livello di interesse per la tecnologia dei droni tra i giardinieri⁴

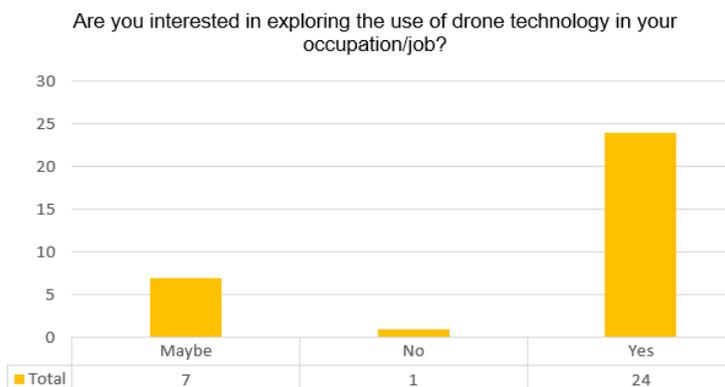


Fonte: Partner del progetto STC (2023)

³ Cedefop (2020, 30 gennaio). *Lavoratori agricoli e giardinieri: opportunità e sfide per le competenze (aggiornamento 2019)*. <https://tinyurl.com/4f2h5aj6>

⁴ Grafici 4, 5 e 12: Laurelli C., Lizama Fuentes L.A., Lizama Gonzales J.M. & Moreno Garcia A.R. (2023). Rapporto di analisi della mappatura Drone4HER. Sviluppo Turistico Collodi, pp 7-12. <https://tinyurl.com/mr2arrpp>

TABELLA 3
Livello di interesse nell'utilizzo della tecnologia dei droni

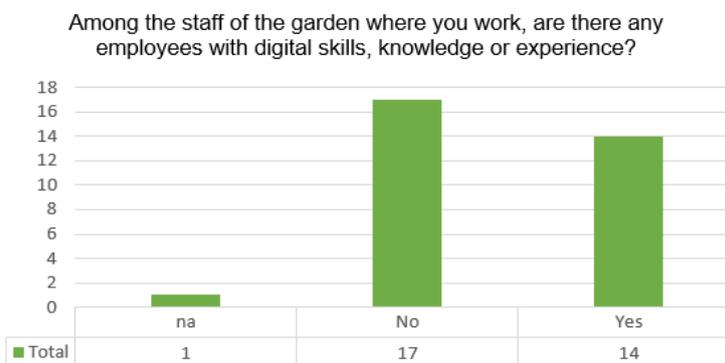


Fonte: Partner del progetto STC (2023)

Inoltre, l'uso di strumenti tecnici da parte degli intervistati è stato valutato come essenziale e utile per migliorare le loro condizioni di lavoro e la loro carriera. Al contrario, la percentuale di giardinieri con competenze digitali è molto bassa e pochissimi giardini storici sono dotati di strumenti robotici e di sensori di umidità e temperatura. Si veda la tabella 4.

I dati raccolti durante l'indagine iniziale di Drone4HER corrispondono alla maggior parte dei fatti chiave identificati dal Cedefop⁵ il Centro Europeo per lo Sviluppo della Formazione Professionale e agli ultimi dati statistici pubblicati da Eurostat dove tra le mansioni e le competenze dei braccianti agricoli e dei giardinieri sono riportate le competenze relative all'uso della tecnologia. Si veda la Tabella 5, dove l'uso delle TIC si riferisce alla capacità di comprendere e utilizzare un'ampia gamma di software tecnologici, mentre l'uso delle macchine si riferisce alla capacità di utilizzare macchine e tecnologie digitali per raccogliere dati, prendere decisioni migliori ed essere più creativi e veloci.

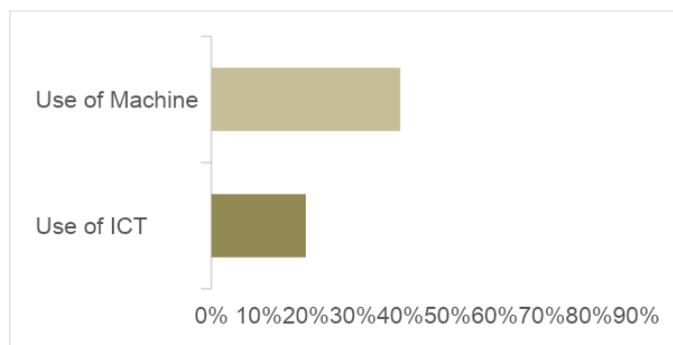
TABELLA 4
Dipendenti con competenze digitali tra il personale del giardino



Fonte: Partner del progetto STC (2023)

TABELLA 5
Compiti e competenze dei braccianti agricoli e degli ortolani in relazione all'uso della tecnologia

⁵ Cedefop, *Digitale, più verde e più resiliente: le previsioni sulle competenze europee del Cedefop*. Ufficio delle pubblicazioni, 2021. <https://data.europa.eu/doi/10.2801/154094>



Fonte: Cedefop⁶ (2020)

In sintesi, gli individui e i professionisti che lavorano nel settore del giardinaggio devono prendere in considerazione queste tendenze future, acquisire competenze digitali e migliorare la loro fiducia nell'uso della tecnologia nel loro lavoro quotidiano.

FIGURA 6
Competenze digitali e tecnologia necessarie nel settore del giardinaggio



Fonte: Creative Commons copyrights free (2023)

1.3.3 Mantenere l'aggiornamento sui requisiti e le normative legali

A partire dal 1° gennaiost, 2024, le operazioni nella categoria open devono essere condotte con un drone dotato di etichetta di identificazione di classe da C0 a C4 o costruito privatamente o anche senza etichetta di identificazione di classe, ma solo se acquistato prima del 31 dicembrest, 2023. Un periodo di transizione si applica fino al 31 dicembrest, 2023. Fino a quella data, non è necessario un drone speciale per operare nella categoria "open", purché il suo peso sia inferiore a 25 kg.

A seconda del peso effettivo del drone, si applicano requisiti diversi per il suo utilizzo (vedi tabella 6). Costruito privatamente" significa che una persona ha costruito il drone per uso personale; non si riferisce a UAS assemblati da set di parti immessi sul mercato come un unico kit pronto per il montaggio.

TABELLA 6
Tipo di droni autorizzati a volare con licenza A1-A3 01 gennaio 2024

⁶ Cedefop (2020, 30 gennaio). *Lavoratori agricoli e giardinieri: opportunità e sfide per le competenze (aggiornamento 2019)*. <https://tinyurl.com/4f2h5aj6>

WHAT TYPE OF DRONE CAN I FLY?					
Applicable until 01 of January 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 built drones	A1 Fly occasionally over people Not over assemblies of people <small>(can also fly in subcategory A3)</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 	A2 Fly close to people <small>(can also fly in subcategory A3)</small>				
<25kg 	A3 Fly far from people				

 For more details go to: <https://www.easa.europa.eu/domains/civil-drones/ops>
 #EASAdrones 

Fonte: EASA⁷

TABELLA 7
Risorse per rimanere aggiornati sui requisiti legali

Nome	Risorse	Informazioni aggiuntive
Come utilizzare i droni nella categoria open in Europa	https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones/drones-regulatory-framework-background/open-category-civil-drones	Dopo il 01.01 2024, le informazioni su "Come utilizzare i droni nella categoria open" sono disponibili su questa pagina.
Ultime notizie dall'EASA sulle operazioni dei droni in Europa	https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/drones?page=1a	Per ricevere aggiornamenti e notifiche dall'EASA e dall'EASA Light via e-mail. EASA Light condivide informazioni anche sull'utilizzo di un drone in modo sicuro, sostenibile e rispettoso dell'ambiente e vi mostra come viene garantita la vostra privacy.
EASA Light - piattaforma con	https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/easa-light-stay-informed	Rimanete informati e aggiornati sull'EASA Light. Questo sito è

⁷ EASA. Quali tipi di droni posso far volare? <https://tinyurl.com/4ndckwp2>

informazioni sulle operazioni sicure con i droni		disponibile in tutte le lingue europee.
Notizie sulla legislazione EASA	https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/easy-access-rules-unmanned-aircraft-systems-regulations-eu	Regole di accesso facilitato per i sistemi aerei senza pilota (droni).

Fonte: Partner del progetto STC (2023)

1.4. Vantaggi dell'uso dei droni nella manutenzione dei giardini storici

L'uso dei droni nella manutenzione dei giardini storici comporta una serie di vantaggi che migliorano significativamente la conservazione e la gestione di questi paesaggi culturalmente significativi. Uno dei vantaggi principali consiste nel migliorare il controllo e la consapevolezza delle condizioni del giardino. I droni offrono una vista a volo d'uccello unica nel suo genere, consentendo ai custodi e ai gestori dei giardini di valutare l'intera struttura del giardino, di identificare i rischi potenziali e di monitorare i cambiamenti della vegetazione e delle strutture nel corso del tempo. Questa prospettiva migliorata consente una comprensione completa dello stato di salute del giardino e aiuta a prendere decisioni informate per la sua conservazione a lungo termine.

La sicurezza è fondamentale nei giardini storici e i droni offrono un mezzo non invasivo e sicuro per condurre ispezioni e monitoraggi. Impiegando i droni per compiti come le valutazioni strutturali e le ispezioni degli alberi, il personale può evitare di accedere fisicamente ad aree potenzialmente pericolose o difficili da raggiungere, riducendo il rischio di incidenti e garantendo la sicurezza del personale e dei visitatori.

Inoltre, l'uso dei droni aumenta l'efficienza nella risposta ai problemi che possono sorgere all'interno del giardino. La raccolta tempestiva di dati attraverso i voli dei droni fornisce informazioni in tempo reale, consentendo una più rapida individuazione e valutazione di problemi come perdite, infestazioni di parassiti o deterioramento strutturale. Grazie a queste informazioni tempestive, i gestori dei giardini possono intervenire rapidamente per mitigare i rischi ed eseguire la manutenzione necessaria, prevenendo ulteriori deterioramenti e preservando l'integrità del giardino.

Inoltre, i droni aiutano a gestire in modo efficiente le risorse e le operazioni all'interno del giardino. Ottimizzando l'irrigazione attraverso l'analisi dei dati aerei, i giardinieri possono irrigare le piante in modo più preciso, conservando l'acqua e promuovendo la sostenibilità ambientale. I droni dotati di sensori termografici possono identificare le aree con una distribuzione irregolare del calore, consentendo misure di riscaldamento o raffreddamento mirate per mantenere un microclima ottimale per le specie vegetali delicate.

Inoltre, l'uso dei droni aumenta la consapevolezza del pubblico sull'importanza culturale e naturale del giardino. Le riprese aeree e le immagini dei voli dei droni offrono materiale di marketing accattivante, attirando i visitatori e favorendo un legame più profondo con la storia e la bellezza del giardino. Mostrando il giardino da una prospettiva unica, i droni contribuiscono a promuovere il turismo e l'apprezzamento per questi paesaggi senza tempo.

Nel complesso, l'integrazione dei droni nella manutenzione dei giardini storici ottimizza il controllo, la sicurezza e l'efficienza, consentendo un processo decisionale informato, risposte tempestive ai problemi e pratiche di gestione sostenibili. Sfruttando questa tecnologia trasformativa, i custodi possono adottare un approccio proattivo alla conservazione, salvaguardando questi paesaggi preziosi per le generazioni future.

2. Capire i droni

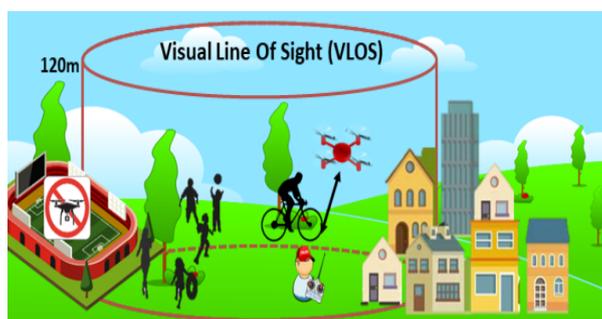
2.1. Tipi di droni consigliati

Le sottocategorie di droni raccomandate per il funzionamento nei giardini storici sono quelle che rientrano nelle sottocategorie "aperte" A1-A3, che sono riassunte nelle figure 7 e 8.

A1: Categoria aperta - La sottocategoria A1 può sorvolare persone ma non assembramenti di persone. Si prevede che questi droni non sorvolino persone non coinvolte. In caso di sorvolo imprevisto di persone non coinvolte, il pilota remoto deve ridurre il più possibile il tempo in cui il velivolo senza pilota sorvola tali persone.

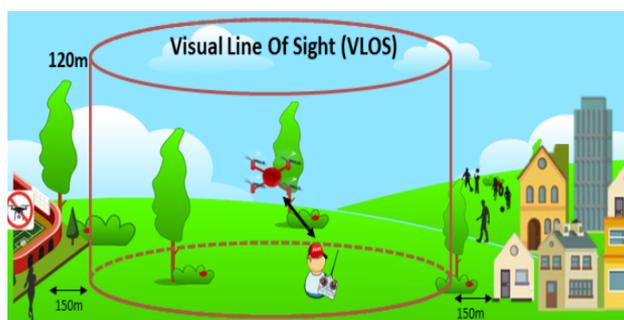
A3: Categoria aperta - La sottocategoria A3 può volare lontano dalle persone. Questi droni possono essere condotti in un'area in cui il pilota remoto prevede ragionevolmente che nessuna persona non coinvolta sarà in pericolo nel raggio d'azione del velivolo senza pilota per tutto il tempo dell'operazione UAS.

FIGURA 7
Sottocategoria A1



Fonte: EASA⁸

FIGURA 8
Sottocategoria A3



Fonte: EASA⁸

Tipi di droni nella sottocategoria A1⁹

Nella sottocategoria A1 del sistema europeo di categorizzazione dei droni, il peso massimo al decollo è di 250 grammi o meno. I droni di questa categoria sono tipicamente leggeri e presentano un basso livello di rischio per le persone a terra. Di seguito sono riportati i tipi di droni comunemente disponibili in questa fascia di peso e che possono essere utilizzati per la gestione e la conservazione dei giardini storici.

⁸ EASA. *Quali sono i requisiti delle sottocategorie della categoria "open"?* <https://tinyurl.com/mzv59y2c>

⁹ EASA. *Categoria aperta - Droni civili.* <https://tinyurl.com/bddt52dj>

Mini quadcopter: Si tratta di quadcopteri piccoli e compatti, popolari tra gli hobbisti e i principianti. Di solito sono dotati di funzioni di base, come il mantenimento dell'altitudine, la modalità headless e le funzionalità di base della fotocamera per le riprese aeree o i video.

Il peso medio dei Mini Quadcopter può variare a seconda del modello specifico e delle sue caratteristiche. Tuttavia, come linea guida generale, i Mini Quadcopter rientrano tipicamente in una fascia di peso compresa tra 100 e 250 grammi (g).

Alcuni Mini Quadcopter possono trovarsi all'estremità inferiore di questa gamma, intorno ai 100-150 grammi, mentre altri possono essere più vicini al limite superiore di 250 grammi. Il peso del drone è influenzato da fattori quali le dimensioni, i materiali di costruzione, la capacità della batteria e le caratteristiche aggiuntive come telecamere o sensori.

Nella tabella 8 presentiamo alcuni dei modelli di drone più popolari disponibili in questa categoria.

TABELLA 8
Modelli di droni disponibili nella sottocategoria Mini Quadcopters¹⁰

Modello di drone	Descrizione
Autel Evo Nano+	Autel Evo Nano+ è un drone piccolo e molto conveniente che ha tutte le caratteristiche di un drone più costoso della stessa categoria. Questo drone offre un'ottima qualità video con risoluzione 8k e dispone di una funzione di imaging HDR che aumenta i colori e la profondità dell'immagine.
DJI Mavic Mini	Questo drone compatto di DJI è leggero e portatile. È dotato di una fotocamera stabilizzata per l'acquisizione di foto e video e offre funzioni di volo come il posizionamento GPS, il mantenimento dell'altitudine e le modalità di volo intelligenti.
Ryze Tello	Il Ryze Tello è un drone piccolo e conveniente che offre un'esperienza di volo divertente. È dotato di una telecamera a 720p, controlli di volo stabili e funzioni programmabili. Viene spesso utilizzato per scopi ricreativi e per imparare le abilità di base di pilotaggio dei droni.
Hubsan X4	La serie Hubsan X4 comprende diversi modelli, come l'H107L e l'H107D. Questi droni sono piccoli, agili e adatti a voli sia in interni che in esterni. Sono dotati di funzioni di base come il mantenimento dell'altitudine, la modalità headless e diverse modalità di volo.
Serie Holy Stone HS	Holy Stone offre una gamma di modelli di mini quadcopter, come HS210, HS160 e HS170. Questi droni sono compatti e facili da usare, con caratteristiche come il mantenimento dell'altitudine, il decollo/atterraggio con un solo tasto e varie modalità di volo.
Serie Syma X5	La serie Syma X5 comprende modelli come l'X5C e l'X5SW. Questi droni sono accessibili e popolari tra i principianti. In genere sono dotati di una fotocamera per la fotografia aerea o la registrazione video e offrono controlli di volo stabili.

Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

Micro quadcopteri: I micro droni sono ancora più piccoli dei mini quadcopter. Sono tipicamente caratterizzati da dimensioni ridotte e da un design leggero. Il peso medio dei micro quadricotteri è generalmente compreso tra 20 e 80 grammi (g).

Tuttavia, è importante notare che il peso può variare a seconda del modello specifico, delle caratteristiche e dei componenti. Alcuni micro quadcopter possono essere più leggeri, più vicini ai 20 grammi, mentre altri possono essere leggermente più pesanti, raggiungendo circa 80 grammi.

¹⁰ B&H. *I migliori mini droni del 2023*. <https://tinyurl.com/3ct4xfsz>
Droneller. *I 7 migliori droni sotto i 250 grammi 2023*. <https://tinyurl.com/mrpys82n>

La leggerezza dei micro quadcopter consente una maggiore agilità e manovrabilità, rendendoli adatti al volo in interni e ai voli all'aperto a distanza ravvicinata. È importante rispettare le normative e le linee guida locali relative al peso e alla classificazione dei droni, in quanto possono variare in base alla regione o al paese specifico.

Quando si prende in considerazione l'acquisto di un micro quadcopter, si raccomanda di controllare le specifiche del prodotto fornite dal produttore per ottenere informazioni precise sul peso di un particolare modello.

FIGURA 9

Drone DJI Mavic dalla sottocategoria Mini Quadcopters



Adobe Stock: Mashita

Nella tabella 9 sono presentati alcuni dei modelli di drone più popolari disponibili nella sottocategoria dei microquadcopter.

TABELLA 9¹¹

Modelli di droni disponibili nella sottocategoria Micro Quadcopters

Modello di drone	Descrizione
Lama Induttrice	Il Blade Inductrix è un popolare micro quadcopter noto per la sua resistenza e agilità. Viene spesso utilizzato per volare al chiuso ed è disponibile in varie versioni, tra cui quella FPV (First Person View).
Eachine E010	Eachine E010 è un micro quadcopter piccolo e conveniente, adatto ai principianti. Presenta un design leggero, controlli di volo stabili e offre una piacevole esperienza di volo.

¹¹ Buzzflyer. *Micro droni quadcopter*, <https://tinyurl.com/xfx3ffem>

Agenzia dell'Unione europea per la sicurezza aerea. *Categoria aperta - Droni civili*, <https://tinyurl.com/bddt52dj>

Agenzia Estatal de Seguridad Aérea. *Operazioni UAS/Droni - Categoria aperta (sottocategorie A1, A2 e A3)*, <https://tinyurl.com/rua383za>

Piccolo Whoop	Tiny Whoop è un termine utilizzato per descrivere i micro quadcopter costruiti in genere su una piattaforma Blade Inductrix o simile, ma modificati e personalizzati dagli appassionati. Questi droni sono spesso utilizzati per gare indoor e voli acrobatici.
BetaFPV Meteor65	Il BetaFPV Meteor65 è un popolare micro quadcopter progettato per le gare indoor. Offre un telaio leggero, motori brushless e opzioni personalizzabili per soddisfare le esigenze degli appassionati di corse.
Mobula6	Il Mobula6 è un altro noto micro quadcopter progettato per il volo indoor e le acrobazie. Presenta un telaio leggero, motori brushless e una telecamera FPV per un'esperienza di volo coinvolgente.

Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

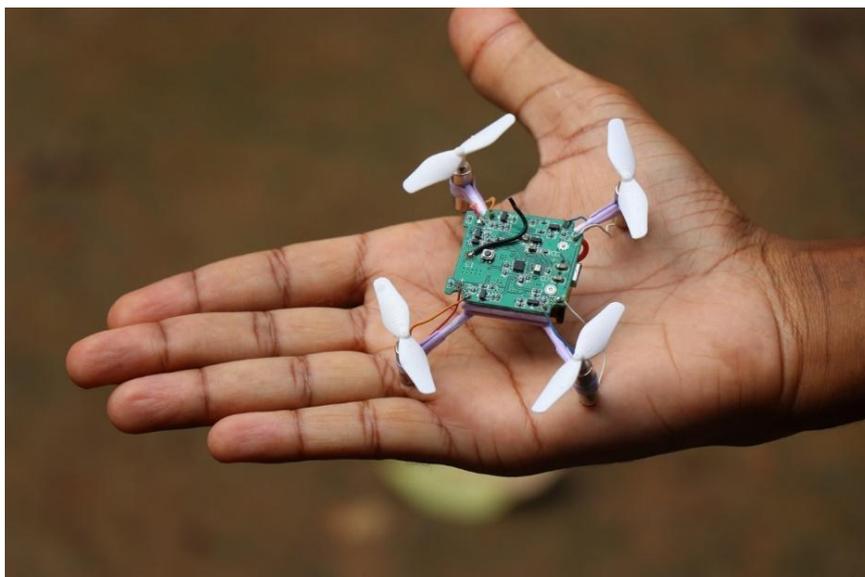
FIGURA 10
Drone Tiny Whoop con occhiali FPV (First Person View) della sottocategoria Micro Quadcopters



Adobe Stock: Jarp

Nano droni: I nano droni sono la categoria di droni più piccola, che di solito sta nel palmo di una mano. A causa della loro natura ridotta, il peso medio dei nano droni si aggira in genere tra i 10 grammi (g) e i 30 grammi (g).

FIGURA 11
Un nano drone sulla mano di una persona



Adobe Stock: Pixel

Poiché i nano droni sono progettati per essere leggeri e facilmente manovrabili, privilegiano la portabilità e l'agilità rispetto al trasporto di componenti pesanti o funzioni avanzate. La struttura leggera consente di volare in ambienti chiusi, di effettuare manovre ravvicinate e spesso li rende sicuri da usare in prossimità di persone o oggetti delicati.

Tuttavia, è importante notare che il peso di specifici modelli di nano drone può variare. Alcuni modelli possono essere più vicini all'estremità inferiore della gamma di peso, mentre altri possono raggiungere l'estremità superiore. Per ottenere informazioni precise sul peso di un particolare modello di nano drone, è consigliabile consultare le specifiche fornite dal produttore.

Nella tabella 10 sono descritti alcuni esempi di modelli di nano droni popolari.

TABELLA 10
Modelli di droni disponibili nella sottocategoria Nano Droni

Modello di drone	Descrizione
Lama Nano QX	Il Blade Nano QX è un noto nano drone che offre stabilità e agilità. Viene spesso utilizzato per il volo in interni e per l'apprendimento delle abilità di base di pilotaggio dei droni.
Cheerson CX-10	Il Cheerson CX-10 è un piccolo nano drone che sta nel palmo di una mano. È leggero e offre funzioni di volo di base, il che lo rende una scelta popolare per i principianti o per il volo occasionale.
Hubsan Q4 H111	L'Hubsan Q4 H111 è un'altra opzione di nano drone nota per le sue dimensioni compatte e le prestazioni di volo stabili. È adatto sia per il volo in interni che in esterni.
Eachine E010 Mini	Eachine E010 Mini è un drone di dimensioni nanometriche che viene spesso utilizzato per voli in interni o all'aperto a distanza ravvicinata. È resistente, agile e adatto ai principianti.
Syma X12 Nano	Il Syma X12 Nano è un quadcopter di dimensioni nanometriche con funzioni di volo di base. È compatto, leggero e spesso utilizzato per il volo amatoriale.

Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

Tipi di droni della sottocategoria A3¹²

Nella sottocategoria A3 del sistema europeo di categorizzazione dei droni, il peso massimo al decollo è superiore a 250 grammi (g) fino a 25 chilogrammi (kg). I droni di questa categoria sono tipicamente più grandi e

¹² EASA. *Categoria aperta - Droni civili*. [Categoria aperta - Droni civili | EASA \(europa.eu\) j](https://easa.europa.eu/j)

possono trasportare un carico utile maggiore. Nella tabella 11 sono riportati alcuni esempi dei tipi di droni che possono rientrare nella sottocategoria A3.

TABELLA 11¹³

Tipi di droni disponibili nella sottocategoria A3 del sistema di categorizzazione europeo per i droni che possono essere utilizzati nei giardini storici

Tipo di drone	Descrizione
Droni fotografici professionali	Questi droni sono progettati per la fotografia e la videografia aerea professionale. Spesso sono dotati di fotocamere ad alta risoluzione o di gimbal per le riprese stabilizzate. Ne sono un esempio la serie DJI Inspire, Freefly Alta o Yuneec Typhoon H Pro.
Droni per l'ispezione industriale	I droni di questa categoria sono utilizzati per varie applicazioni industriali, come l'ispezione di infrastrutture, linee elettriche o rilievi. Possono essere dotati di sensori specializzati, termocamere o sistemi LiDAR. Ne sono un esempio la serie DJI Matrice, il senseFly eBee o l'Intel Falcon 8+.
Droni agricoli	Questi droni sono progettati specificamente per scopi agricoli, come il monitoraggio delle colture, l'irrorazione o la mappatura. Spesso sono dotati di sistemi di imaging avanzati o di capacità di carico utile per l'agricoltura di precisione. Ne sono un esempio la serie DJI Agras, lo Yamaha RMAX o il PrecisionHawk Lancaster.
Multirotori per carichi pesanti	Questi droni sono costruiti per trasportare carichi pesanti per applicazioni specializzate, come il sollevamento di attrezzature o strumenti scientifici. Sono spesso utilizzati nei settori della ricerca, dell'ingegneria o dell'industria. Ne sono un esempio il Freefly Alta 6, il Gryphon Dynamics X8 o il VulcanUAV Black Widow.

Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

È importante notare che i modelli e le caratteristiche specifiche dei droni della sottocategoria A3 possono variare in base all'uso previsto e al produttore. Inoltre, questi droni devono essere progettati in base all'esigenza che il giardino storico vuole soddisfare. In primo luogo devono essere scelti i sensori o le telecamere e poi, a seconda del peso, il drone corrispondente. Fare sempre riferimento alle specifiche del produttore e consultare le normative locali per garantire la conformità ai requisiti di peso e di licenza per le operazioni con i droni.

2.2. Componenti e caratteristiche del drone

Componenti di base dei droni

I droni sono costituiti da diversi componenti di base che lavorano insieme per consentirne il volo e la funzionalità. Questi componenti sono principalmente gli stessi per tutte le categorie di droni. Ma ci sono anche alcuni componenti specifici per ogni categoria di droni che verranno descritti più avanti in questa parte.

Nella figura 12 sono presentati i componenti fondamentali del drone. È importante notare che le caratteristiche specifiche possono variare tra i diversi modelli di piccoli droni e che in alcuni modelli possono essere disponibili funzioni aggiuntive come telecamere integrate, funzionalità FPV o evitamento avanzato degli ostacoli.

La Figura 13 mostra i componenti di base dei droni disponibili nella sottocategoria A1 del sistema europeo di categorizzazione dei droni. I droni più grandi della sottocategoria A3 hanno gli stessi componenti, ma su scala più ampia. Inoltre, possono trasportare sensori e telecamere supplementari che verranno descritti più avanti in questa parte del manuale.

Esistono alcuni componenti per droni specifici per la sottocategoria A3 dei droni che possono pesare fino a 25 kg. Questi tipi di UAV richiedono in genere componenti più avanzati per gestire le dimensioni e il peso

¹³ JOUAV, Sistemi aerei non pilotati. *Diversi tipi di droni e utilizzi (Guida completa 2023)*. <https://tinyurl.com/2p88whhk>
UAV Coach. *I migliori droni professionali per piloti UAV commerciali seri, aggiornati con i nuovi modelli di droni per il 2023*. <https://tinyurl.com/3vrm6mm6>

maggiori. Nella tabella 12 sono presentati alcuni componenti specifici dei droni comunemente presenti nella sottocategoria A3.

TABELLA 12
Componenti per droni comunemente presenti nei droni che possono pesare fino a 25 chilogrammi.

Componenti del drone specifici per la sottocategoria A3¹⁴	Descrizione
Sistema di montaggio del carico utile	I droni A3 sono spesso dotati di un sistema di montaggio del carico utile più robusto e versatile per accogliere varie opzioni di carico utile. Questo può includere piastre di montaggio, cardani o connettori specializzati per il fissaggio di telecamere, sensori o altre apparecchiature, a seconda delle attività specifiche per cui il drone è stato progettato.
Sistemi di navigazione avanzati	I droni A3 possono incorporare sistemi di navigazione avanzati, come il GPS (Global Positioning System) o il GNSS (Global Navigation Satellite System), per consentire un posizionamento preciso, un volo autonomo e funzioni di navigazione.
Sistemi di telemetria e comunicazione	I droni A3 di solito includono sistemi di telemetria avanzati che forniscono dati in tempo reale sui parametri di volo, sullo stato della batteria e su altre informazioni critiche. Sono inoltre dotati di robusti sistemi di comunicazione per un controllo e una comunicazione affidabili tra il drone e la stazione di terra.
Caratteristiche di sicurezza	I droni della sottocategoria A3 possono includere ulteriori caratteristiche di sicurezza, come la ridondanza dei sistemi critici (ad esempio, doppi controllori di volo o sistemi di alimentazione ridondanti), meccanismi di sicurezza e opzioni di atterraggio di emergenza.
Sistemi anticollisione	Alcuni droni A3 possono includere sensori o sistemi di prevenzione delle collisioni per aiutare a rilevare ed evitare gli ostacoli sulla loro traiettoria di volo. Questi sensori utilizzano varie tecnologie come gli ultrasuoni, gli infrarossi o la visione computerizzata per fornire un ulteriore livello di sicurezza durante i voli autonomi o manuali.

Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

FIGURA 12¹⁴

Componenti fondamentali del drone

<p>Telaio</p>	<p>Il telaio è la struttura o lo chassis del drone che tiene insieme tutti i componenti. Fornisce stabilità e supporto, mantenendo i componenti al loro posto. Il telaio di un drone deve essere leggero, quindi di solito è realizzato in plastica resistente o in fibra di carbonio.</p>
<p>Motori</p>	<p>I droni sono in genere dotati di più motori, il cui numero può variare a seconda del progetto del drone. I motori generano la spinta necessaria per sollevare il drone da terra e controllarne il movimento in aria.</p>
<p>Eliche</p>	<p>Ogni motore è collegato a un'elica, solitamente in una configurazione ad ala fissa o multirotores. Le eliche creano un movimento rotatorio che genera il flusso d'aria necessario per la portanza e la propulsione.</p>
<p>Regolatori elettronici di velocità (ESC)</p>	<p>I regolatori elettronici di velocità sono dispositivi che regolano la velocità e la direzione dei motori. Ricevono i segnali dal controllore di volo e regolano di conseguenza la potenza fornita a ciascun motore.</p>
<p>Controllore di volo</p>	<p>Il controllore di volo è l'unità di elaborazione centrale del drone. Riceve input dal pilota o dal sistema di autopilotaggio e utilizza sensori (come accelerometri, giroscopi e barometri) per calcolare e controllare l'orientamento, la stabilità e la dinamica di volo del drone.</p>
<p>Batteria</p>	<p>I droni sono alimentati da una batteria ricaricabile, in genere una batteria ai polimeri di litio (LiPo). La batteria fornisce l'energia elettrica necessaria ai motori, al controller di volo e ad altri componenti elettronici.</p>
<p>Sistema di propulsione</p>	<p>Il sistema di propulsione di un drone comprende la combinazione di motori, eliche e regolatori elettronici di velocità. Genera la spinta necessaria per spingere il drone nell'aria e controllarne i movimenti.</p>
<p>Sensori</p>	<p>I droni possono essere dotati di vari sensori per raccogliere informazioni sull'ambiente e sulle condizioni di volo. Tra i sensori più comuni vi sono i ricevitori GPS per il posizionamento e la navigazione, gli altimetri per la misurazione dell'altitudine, i giroscopi e gli accelerometri per il rilevamento del movimento.</p>

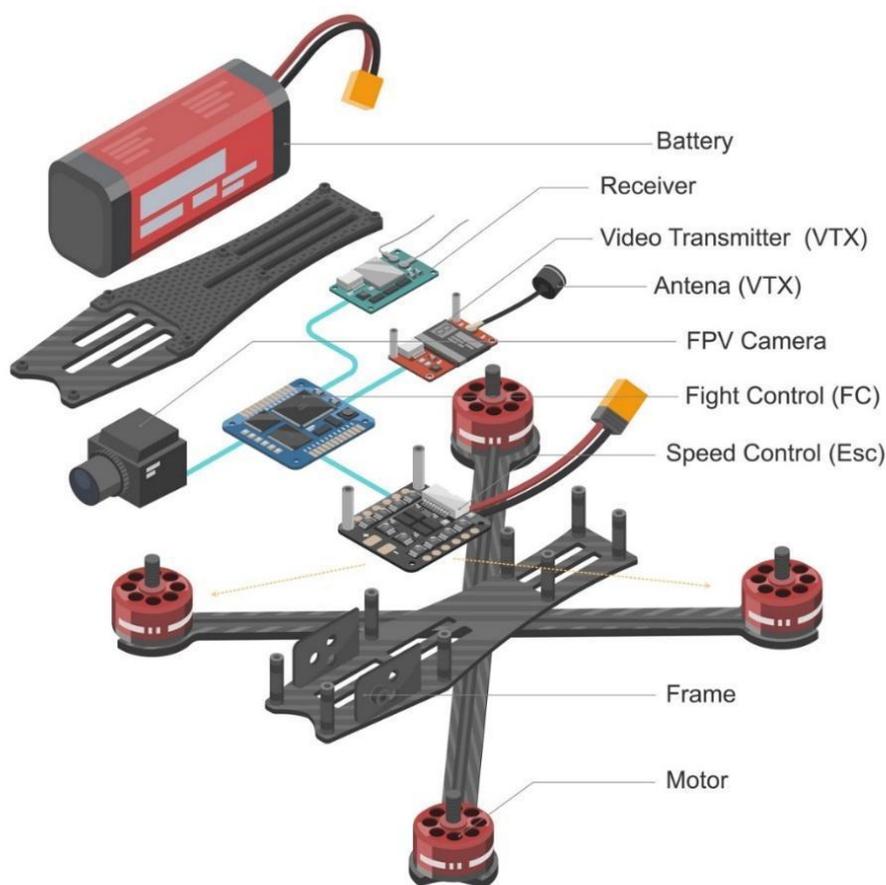
¹⁴ CFD. *Ingegneria dei flussi, principio di funzionamento e componenti del drone.* <https://tinyurl.com/4xbrk6u8> SPACE.com. *Cosa sono i droni FPV.* <https://tinyurl.com/mskemxmk>

Componenti fondamentali del drone (segue)

Telecomando	<p>Il telecomando è il dispositivo portatile utilizzato dal pilota per controllare i movimenti del drone. In genere comunica in modalità wireless con il drone, inviando comandi e ricevendo feedback.</p>
Sistema di comunicazione	<p>I droni possono utilizzare sistemi di comunicazione wireless, come la radiofrequenza (RF) o il Wi-Fi, per stabilire una connessione tra il drone e il telecomando. Questi includono un trasmettitore radio che invia il segnale radio all'ESC al pilota per controllare la velocità del motore e un ricevitore radio che riceve il segnale dal pilota.</p>
Telecamere FPV (First-Person View)	<p>Queste telecamere consentono ai piloti di avere una visione coinvolgente e in tempo reale del volo del drone da una prospettiva in prima persona. Fornendo un flusso video in diretta dell'ambiente circostante il drone, le telecamere FPV migliorano la consapevolezza della situazione e consentono ai piloti di navigare attraverso gli ostacoli, eseguire manovre precise e catturare filmati aerei straordinari. Il segnale video della telecamera FPV viene trasmesso in modalità wireless.</p>
Fotocamera (opzionale)	<p>Alcuni UAV, per lo più appartenenti alle sottocategorie di droni Mini Quadcopter A1 e A3, sono dotati di fotocamere integrate o di supporti per il montaggio di action camera. Queste telecamere catturano foto o registrano video da una prospettiva aerea con un'immagine ad alta risoluzione. Queste fotocamere sono progettate specificamente per catturare foto e video straordinari dal cielo, fornendo risultati di livello professionale.</p>
Stabilizzatore gimbal o fotocamera (opzionale)	<p>I cardani svolgono un ruolo cruciale nella stabilizzazione delle telecamere montate sui droni, consentendo riprese fluide e stabili di livello professionale anche in condizioni di volo turbolento. Questi componenti sono utilizzati soprattutto sui droni più grandi, che trasportano telecamere professionali per ottenere immagini stabili durante il volo. Utilizzando un sistema di motori e sensori, i cardani compensano attivamente i movimenti indesiderati, come l'inclinazione, il rollio o l'imbardata, per mantenere la telecamera stabile e orientata.</p>

Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

FIGURA 13
Componenti principali di un piccolo drone della sottocategoria A1¹⁵



Shutterstock: Allahfoto

Caratteristiche di base del drone

Le caratteristiche tipiche dei droni possono variare a seconda del modello specifico e dell'uso previsto. Tuttavia, nella tabella 13 sono riportate alcune caratteristiche comuni alla maggior parte dei droni.

TABELLA 13¹⁶
Caratteristiche dei droni disponibili sulla maggior parte dei droni

Caratteristiche del drone	Descrizione
Posizionamento GPS	I droni dotati di GPS possono determinare con precisione la loro posizione e abilitare funzioni come il volo autonomo, la navigazione per waypoint e la funzionalità di ritorno a casa.
Mantenimento dell'altitudine	Questa caratteristica consente al drone di mantenere un'altitudine costante, rendendo più facile per i piloti

¹⁵ EASA. *Categoria aperta - Droni civili*. <https://tinyurl.com/bddt52dj>

¹⁶ Soluzioni senza pilota AltiGator. *Caratteristiche dei nostri droni*. <https://tinyurl.com/2pzbn4e>

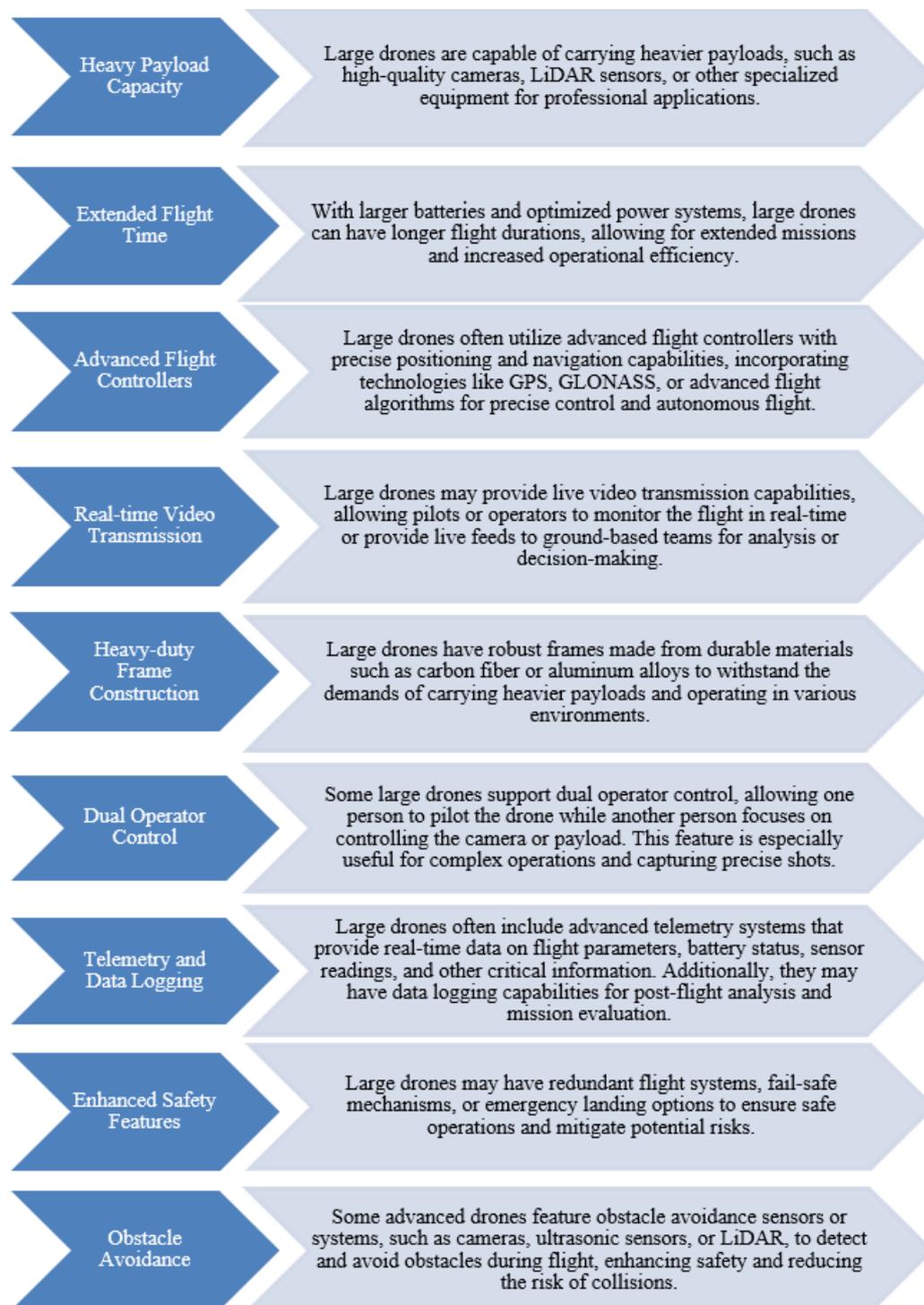
	controllare la posizione verticale e concentrarsi su altri aspetti del volo.
Modalità Seguimi	In questa modalità, il drone segue un bersaglio designato, in genere il pilota o un altro soggetto in movimento, consentendo di effettuare riprese aeree dinamiche o di catturare sequenze d'azione.
Ritorno automatico a casa	Grazie a questa funzione, il drone può tornare automaticamente alla posizione di decollo premendo un pulsante o in caso di batteria scarica o perdita di connessione.
Modalità di volo intelligenti	I droni possono offrire diverse modalità di volo intelligenti, come la modalità orbita (circonda un punto di interesse specifico), la modalità waypoint (vola lungo un percorso di volo predeterminato), o il controllo dei gesti (risponde a specifici gesti della mano per il controllo) o il tracciamento degli oggetti, consentendo percorsi di volo automatizzati e il tracciamento dinamico di soggetti o punti di interesse.
Sistemi di stabilizzazione	I droni possono incorporare sistemi di stabilizzazione, tra cui giroscopi e accelerometri, per migliorare la stabilità del volo, ridurre le vibrazioni e mantenere la fluidità delle riprese.
Integrazione di app mobili	Molti droni offrono applicazioni mobili che consentono ai piloti di controllare il drone, di accedere alla telemetria di volo, di regolare le impostazioni della telecamera e persino di modificare e condividere i filmati acquisiti direttamente dai loro smartphone o tablet.
Telemetria di volo	I droni spesso forniscono dati telemetrici di volo in tempo reale, tra cui lo stato della batteria, l'altitudine, la velocità, la distanza dal punto di partenza e altri parametri di volo, che possono aiutare i piloti a monitorare e ottimizzare i loro voli.
Librarsi	Questa funzione consente al drone di librarsi in modo stabile senza l'intervento dell'utente, consentendo riprese stabili e un controllo preciso.

Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

La Figura 14 mostra le caratteristiche dei droni disponibili nella sottocategoria A3.

È importante notare che i componenti e le caratteristiche specifiche dei droni della sottocategoria A3 possono variare a seconda del produttore, dell'uso previsto e delle opzioni di personalizzazione.

FIGURA 14¹⁷
Caratteristiche del drone disponibili nella sottocategoria A3



Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

¹⁷ UAV Systems International. *Droni per carichi pesanti*. <https://tinyurl.com/4u2m29st>
 DJI. *MATRICE 200 Series V2*. <https://tinyurl.com/5h4aemd5>

3 Operazioni con i droni nei giardini storici

3.1 Linee guida per un utilizzo sicuro ed efficace dei droni nei giardini storici

Quando si utilizza un drone nei giardini storici, ci sono cose importanti da considerare. Innanzitutto, assicuratevi di avere il permesso delle autorità o dei proprietari della proprietà per far volare il drone nel giardino. Cercate le regole specifiche o i permessi di cui potreste aver bisogno. Prima di decollare, pianificate attentamente il volo e fate attenzione ai potenziali pericoli o alle aree fragili del giardino, come edifici storici, sculture e fontane. Fate attenzione alle persone e alle piante delicate e rispettate la loro privacy e il loro pacifico godimento dello spazio. Tenete sempre il drone in vista ed evitate le aree riservate. Volate a un'altezza sicura, in modo da avere una visuale chiara ed evitare ostacoli come alberi o edifici. Prestare attenzione alla fauna selvatica ed evitare di disturbare il suo habitat. Infine, catturate le immagini in modo rispettoso, mettendo in risalto la bellezza del giardino senza interferire con il suo valore culturale o storico.

Seguendo queste linee guida, potrete utilizzare il vostro drone in modo sicuro in un giardino storico.

FIGURA 15¹⁸

Aspetti importanti per operazioni sicure ed efficaci con i droni nei giardini storici



Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

- **Aggiornarsi sulle normative**

¹⁸ Amministrazione federale dell'aviazione, Regolamenti sui piccoli sistemi aerei senza pilota (UAS) (Parte 107), <https://tinyurl.com/488udc26>.

Agenzia dell'Unione europea per la sicurezza aerea, Droni civili (aerei senza pilota). <https://tinyurl.com/2u79fzc2>

Comprendere e rispettare le normative e le leggi locali che regolano le operazioni con i droni nell'area. Familiarizzare con eventuali linee guida o restrizioni specifiche relative al volo dei droni nei giardini storici. Le aree soggette a restrizioni possono includere strutture delicate, elementi architettonici o edifici storici. Inoltre, i giardini storici spesso presentano specie vegetali o habitat faunistici unici e protetti.

È importante rispettare queste aree ed evitare di far volare i droni in prossimità di esse per evitare qualsiasi disturbo o danno all'ambiente naturale. Inoltre, le aree del giardino storico che attirano un gran numero di visitatori, come gli ingressi, i sentieri o i punti panoramici più popolari, dovrebbero essere evitate per i voli dei droni. Il volo dei droni su aree affollate può rappresentare un rischio per la sicurezza e può causare disagio o intrusione nell'esperienza dei visitatori. In alternativa, è necessario pianificare il volo nei periodi di minor affollamento o nei periodi di non funzionamento di un giardino storico.

- **Ottenere le autorizzazioni**

Chiedere l'autorizzazione alle autorità competenti dell'area in cui si trova il giardino storico o ai proprietari della proprietà per utilizzare un drone nel giardino storico. Alcune località possono avere regole specifiche o requisiti di autorizzazione per l'uso dei droni.

- **Pianificare il volo**

Eseguire un'accurata pianificazione pre-volo valutando l'ambiente circostante, identificando i potenziali pericoli e determinando le aree di decollo e atterraggio sicure.

L'area di decollo deve trovarsi in uno spazio aperto. Cercare un'area libera e aperta che offra spazio sufficiente per il decollo e l'atterraggio. Evitare aree con erba alta, detriti sciolti o terreni irregolari che potrebbero interferire con le eliche o il carrello di atterraggio del drone. Considerare la presenza di persone, strutture fragili o flora delicata nel giardino.

- **Rispettare la privacy e la tranquillità**

I droni possono essere piuttosto rumorosi e disturbare le persone. Siate attenti alla privacy e alla tranquillità dei visitatori e dei residenti nell'area. Evitate di volare sopra o vicino a persone senza il loro consenso e cercate di ridurre al minimo i disturbi acustici.

- **Mantenere la linea visiva**

Mantenere il drone nella propria linea visiva in ogni momento del volo. In questo modo è possibile monitorare la posizione del drone e reagire tempestivamente a eventuali situazioni impreviste. Ciò significa che è importante misurare e pianificare in anticipo la posizione di decollo dall'area che dovrà essere ispezionata in un giardino storico.

- **Evitare le aree riservate**

Non avvicinatevi alle aree riservate o sensibili all'interno del giardino storico. Rispettare i cartelli o le barriere che indicano le zone off-limits o le aree di importanza culturale o storica.

- **Volare ad altitudini sicure¹⁹**

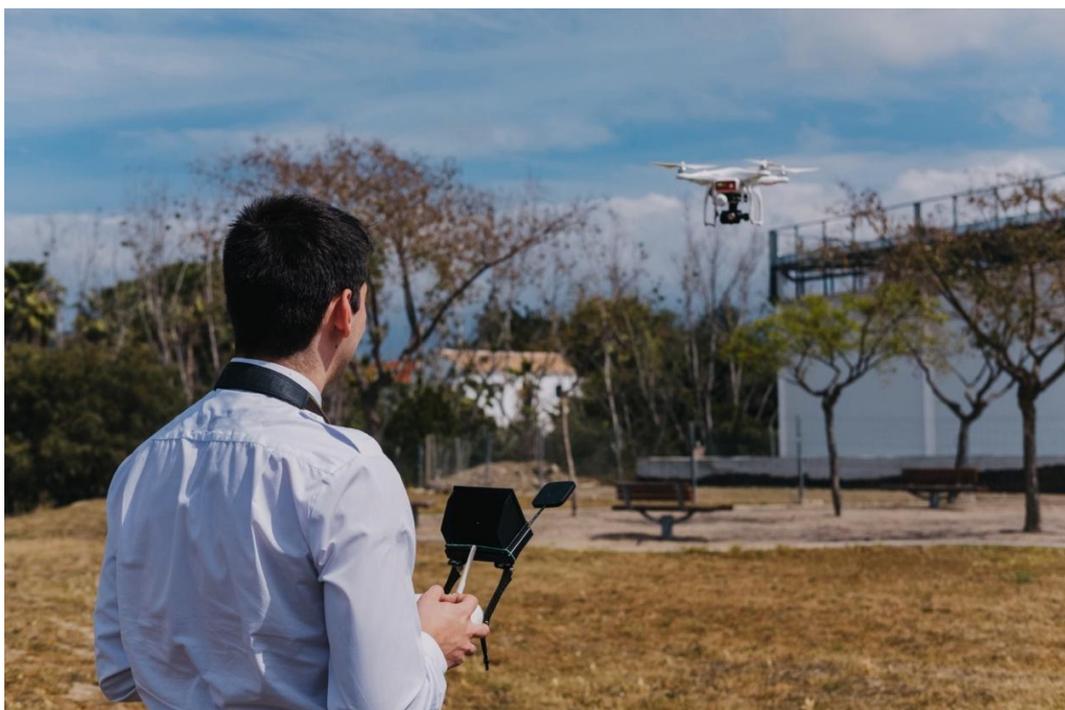
Mantenere un'altitudine di sicurezza che consenta una chiara visione dell'ambiente circostante e fornisca un cuscinetto tra il drone e qualsiasi struttura, albero o altro oggetto presente nel giardino. Per i droni più grandi della sottocategoria A3 che possono trasportare un carico utile pesante, mantenere una distanza minima di almeno 10 metri dall'albero o dalla struttura più alta nelle vicinanze.

Per i droni più piccoli della sottocategoria A1 con un peso al decollo fino a 250 grammi, mantenere una distanza minima di almeno 5 metri dall'albero o dalla struttura più alta nelle vicinanze. In questo modo si ottiene un cuscinetto per tenere conto di eventuali ostacoli imprevisti o variazioni di altitudine.

FIGURA 16

¹⁹ Agenzia dell'Unione europea per la sicurezza aerea, Categoria aperta - Droni civili. <https://tinyurl.com/3pb9dz2f>

Il pilota del drone mantiene una linea di vista con il velivolo durante il pilotaggio.



Shutterstock: Raullazaro

- **Attenzione alla fauna selvatica**

Assicuratevi di non disturbare o danneggiare la fauna selvatica che abita il giardino. Evitate di volare troppo vicino a siti di nidificazione, aree di posatoio o habitat naturali di uccelli e altri animali.

- **Catturare i filmati in modo rispettoso**

Se si scattano foto o video, farlo in modo da mostrare la bellezza del giardino senza invadere la privacy o la sacralità dello spazio. Considerate il valore artistico e culturale del luogo e catturate le immagini in modo rispettoso. Considerate che alcune persone potrebbero non gradire la presenza nel video o nelle fotografie che state scattando con un drone. Per questo motivo, evitate le aree con presenza di persone o chiedete loro l'autorizzazione se volete che siano presenti sui vostri media.

- **Monitoraggio della durata della batteria**

Tenere sotto controllo la durata della batteria del drone e pianificare i voli di conseguenza. Assicuratevi di avere abbastanza energia per riportare in sicurezza il drone all'area di atterraggio designata senza rischiare una situazione di batteria scarica.

- **Condizioni meteo**

Controllare le condizioni meteorologiche prima di volare ed evitare di utilizzare il drone in condizioni meteorologiche avverse, come vento forte, pioggia intensa o scarsa visibilità, che possono compromettere la stabilità e la sicurezza del volo. L'esatta velocità massima del vento che un piccolo drone è in grado di gestire dipende da fattori quali le dimensioni, il peso, il design e le linee guida specifiche del produttore. È fondamentale consultare il manuale d'uso del drone o le specifiche fornite dal produttore per determinare i limiti operativi raccomandati, compresa la velocità del vento.

Quando si utilizza il drone a una temperatura esterna elevata, superiore a 40°C, assicurarsi che la temperatura della batteria non superi i 65°C. Se la temperatura della batteria raggiunge questo livello, far atterrare immediatamente il drone.

È possibile volare durante la luce del giorno (da 30 minuti prima dell'alba ufficiale a 30 minuti dopo il tramonto ufficiale, ora locale) o al crepuscolo se il drone è dotato di illuminazione anticollisione.

- **Preparazione alle emergenze**

Essere preparati per le emergenze o le situazioni inaspettate. Mantenere un piano chiaro per affrontare problemi come la perdita di segnale, il guasto alle apparecchiature o gli atterraggi di emergenza per ridurre al minimo i potenziali danni.

Ricordate che l'uso responsabile dei droni nei giardini storici non solo garantisce la sicurezza, ma aiuta anche a preservare la bellezza e l'integrità di questi spazi culturali e naturali. Date sempre la priorità al benessere dell'ambiente, della fauna selvatica e delle persone che possono essere presenti nell'area.

3.2 *Manutenzione e stoccaggio di droni in un giardino storico*

Quando si tratta di mantenere e conservare i droni in un giardino storico, ci sono diverse considerazioni da fare per garantire una cura adeguata e ridurre al minimo l'impatto sull'integrità del giardino, come illustrato nella figura 17.

FIGURA 17²⁰

Importanti pilastri da considerare per la manutenzione dei droni e lo stoccaggio sicuro nei giardini storici



Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

Ecco alcune linee guida:

- **Manutenzione regolare**

Programmate controlli di manutenzione regolari per il vostro drone per mantenerlo in condizioni ottimali. Ciò include l'ispezione visiva dei droni e la pulizia delle eliche, il controllo della batteria, l'assicurazione che gli aggiornamenti del firmware siano aggiornati e l'ispezione della struttura complessiva per rilevare eventuali segni di usura o danni.

- **Posizione di stoccaggio**

²⁰ Blog sui droni (n.d.). *9 consigli per una corretta conservazione e manutenzione del drone*. <https://tinyurl.com/yuvkvt4v>
COPTER.BG (2020, 21 dicembre). *Manutenzione e stoccaggio corretti dei droni*. <https://tinyurl.com/36ndt6h9>

La scelta di un luogo di stoccaggio appropriato per un drone è essenziale per garantirne la sicurezza e la longevità.

Idealmente, l'area di stoccaggio deve essere pulita, asciutta e priva di rischi ambientali che potrebbero danneggiare il drone o i suoi componenti.

Un ambiente a temperatura controllata (generalmente tra i 10 e i 25 gradi Celsius) è utile per evitare il caldo o il freddo estremo, che possono influire negativamente sulle prestazioni della batteria e sul funzionamento complessivo del drone. Inoltre, il luogo di stoccaggio deve essere protetto dalla polvere, dall'umidità e dalla luce diretta del sole e deve essere lontano da qualsiasi fonte di magnetismo, poiché questi elementi possono potenzialmente causare danni o deterioramento.

L'uso di una custodia o di una borsa dedicata protegge ulteriormente il drone da potenziali urti o danni accidentali. È importante tenere il drone lontano da aree ad alto traffico pedonale o dove potrebbe essere urtato, assicurandosi che sia conservato in modo sicuro per evitare accessi non autorizzati. Pertanto, i luoghi migliori per conservare un drone sono un armadio o un ripostiglio, purché siano soddisfatte le condizioni indicate. Scegliendo un luogo di stoccaggio appropriato, è possibile prolungare la durata di vita dell'apparecchiatura e garantire che rimanga in condizioni ottimali per i voli futuri (vedi figura 18).

FIGURA 18

Drone telecomandato conservato in una valigetta rigida per lo stoccaggio



Shutterstock: Lukassek

- **Rispettare le strutture storiche**

Quando si ripone il drone, assicurarsi che sia posizionato lontano da strutture o manufatti storici delicati per evitare collisioni o disturbi accidentali. Il luogo di stoccaggio non deve ostruire i percorsi o ostacolare il movimento dei visitatori.

- **Cura della batteria**

Seguire le indicazioni del produttore per una corretta manutenzione delle batterie. Conservare le batterie in un luogo fresco e asciutto, lontano da materiali infiammabili. Evitare di lasciare le batterie completamente cariche o completamente scariche per periodi prolungati, per non comprometterne la longevità.

Nella tabella 14 sono riportati alcuni esempi tratti dalle linee guida del produttore DJI per l'utilizzo delle batterie²¹.

TABELLA 14
Esempi di temperature per l'utilizzo della batteria da diversi modelli di drone

Temperatura di utilizzo della batteria	Prodotti
Da -20° a 40°C (da -4° a 104°F)	Ispirare 2
Da -10° a 40°C (da 14° a 104°F)	Mavic Pro, serie Inspire 1, serie Phantom 3
Da 0° a 40°C (da 32° a 104°F)	Spark, serie Phantom 4

Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

Per garantire una maggiore durata delle batterie, evitare di caricarle subito dopo il volo perché la temperatura della batteria potrebbe essere troppo alta. Per una migliore manutenzione delle batterie, verificare con il produttore del drone l'intervallo di temperatura di carica, come quello riportato nella tabella 15 qui sotto.

TABELLA 15
Esempi di intervallo di temperatura di carica di diversi modelli di drone

Intervallo di temperatura di carica	Prodotti
Da 0° a 40°C (da 32° a 104°F)	Serie Inspire 1, Serie Phantom 3
Da 5° a 40°C (da 41° a 104°F)	Spark, Mavic Pro, Inspire 2, Serie Phantom 4

Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

Al termine della carica, scollegare la batteria dal caricabatterie e controllare regolarmente che il caricabatterie non presenti danni alla spina, al cavo, all'involucro o ad altre parti.

Quando l'aeromobile e le batterie vengono conservati per più di 3 mesi, conservarli a circa 25°C (77°F) in un luogo buio e ombreggiato e caricare e scaricare completamente la batteria una volta ogni tre mesi per mantenerla in salute. Inoltre, prima di riparla, scaricarla al 40%-65%. Conservare una batteria a piena potenza o a bassa potenza per lungo tempo può causare danni permanenti.

- **Considerazioni sul rumore**

I droni possono generare rumore, che può disturbare la tranquillità del giardino storico. Quando si ripone il drone, scegliere una posizione che riduca al minimo l'impatto acustico sui visitatori e sulle strutture vicine.

- **Misure di sicurezza**

Assicurarsi che l'area di stoccaggio sia protetta per evitare l'accesso non autorizzato o il potenziale furto del drone. Se necessario, prendere in considerazione l'utilizzo di misure di sicurezza aggiuntive come serrature o sistemi di sorveglianza.

- **Conformità alle normative**

Rimanere aggiornati sulle normative locali relative allo stoccaggio e al funzionamento dei droni. Rispettare eventuali linee guida o restrizioni specifiche relative allo stoccaggio dei droni all'interno dei locali del giardino.

²¹ Assistenza DJI. Lista di controllo per la manutenzione del drone. <https://tinyurl.com/stxnksj5>

- **Sensibilizzazione dei visitatori**

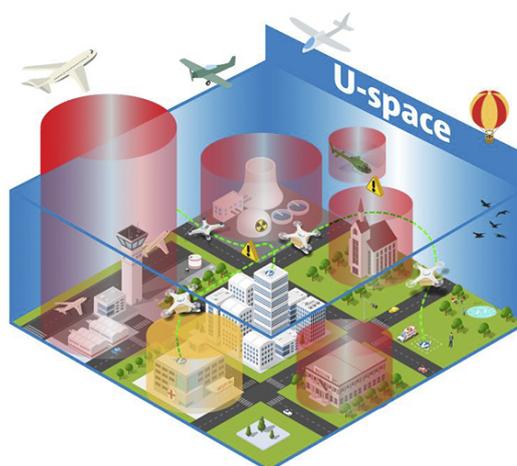
Se l'area di stoccaggio è visibile ai visitatori, si può pensare di collocare cartelli o informazioni per sensibilizzare sulla presenza dei droni e sottolineare l'uso responsabile e il rispetto dell'ambiente del giardino storico.

Seguendo queste linee guida per la manutenzione e la conservazione, è possibile garantire la longevità del drone rispettando il valore storico e la tranquillità del giardino. Quando si tratta di manutenzione e conservazione di un drone in un luogo storico, la priorità è sempre la sicurezza, la conformità alle normative e la conservazione dell'integrità del giardino.

3.3 Requisiti legali per le operazioni con i droni

Il regolamento U-space²² stabilisce e armonizza i requisiti necessari per gli aeromobili con e senza pilota per operare in sicurezza nello spazio aereo U-space.

FIGURA 19
Spazio U



Fonte: EASA²³

I regolamenti per il funzionamento dei droni in Europa sono stabiliti dall'Agenzia dell'Unione Europea per la Sicurezza Aerea (EASA).²⁴

A partire dal 31 dicembrest, 2020, i Regolamenti europei 2019/947 e 2019/945²⁵ definiscono il quadro di riferimento per il funzionamento sicuro degli UAS/droni civili nei cieli europei e riguardano tutti i droni, indipendentemente dal loro utilizzo e dalle loro dimensioni. I Regolamenti dell'UE adottano un approccio basato sul rischio e, in quanto tali, non fanno distinzione tra attività di volo civile a scopo ricreativo o commerciale. Ciò che viene preso in considerazione è il peso e le specifiche del drone civile e l'operazione che è destinato a svolgere.

Il Regolamento utilizza il termine UAS, Unmanned Aircraft System, per riferirsi a un drone, ai suoi sistemi e a tutte le altre apparecchiature utilizzate per controllarlo e farlo funzionare, come l'unità di comando, l'eventuale catapulta per lanciarlo.

²² Creato nel 2013, l'U-Space è una soluzione per la gestione del traffico di velivoli senza pilota che consente di aumentare il volume delle operazioni dei droni che sono complesse, in ambienti difficili. Il suo scopo è quello di facilitare l'uso efficiente e sicuro dei droni, soprattutto nelle aree urbane.

²³EAS. Spazio U. <https://tinyurl.com/46fec2yz>

²⁴ EASA. Droni (UAS). <https://tinyurl.com/ymvk43rd>

²⁵EASA. Regole di accesso facilitato per i sistemi aeronautici senza pilota (Regolamenti (UE) 2019/947 e (UE) 2019/945). <https://tinyurl.com/2x3k9krh>

RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems) è una sottocategoria di UAS che comprende sia RPAS che UAS completamente autonomi. Gli UAS completamente autonomi volano completamente da soli senza bisogno dell'intervento del pilota.

3.3.1 Regolamenti europei e leggi nazionali

Il regolamento UE sui droni è un atto che è diventato immediatamente applicabile in tutti gli Stati membri dell'UE dal 31 dicembrest, 2020 sostituendo le normative nazionali e rendendole non più applicabili.

Tuttavia, gli Stati membri possono elaborare leggi nazionali per definire alcuni aspetti quali:

1. Età minima per un pilota remoto
2. Conversione dei certificati emessi prima dell'entrata in vigore del regolamento UE
3. Autorizzazione di club e associazioni di modelli
4. Multe in caso di violazione del regolamento
5. Utilizzo di zone geografiche

3.3.2 Categorie di operazioni con i droni

Il Regolamento UE 2019/947 si rivolge alla maggior parte dei tipi di operazioni e ai loro livelli di rischio. Lo fa attraverso tre categorie di operazioni: le categorie "aperte", "specifiche" e "certificate". Il presente manuale presenta solo i regolamenti sui droni per le sottocategorie "aperte" A1-A3.

Le sottocategorie A1-A3 riguardano i voli con droni che presentano un rischio basso e quindi non richiedono l'autorizzazione a operare, e la sicurezza è garantita a condizione che l'operatore di droni civili rispetti i requisiti pertinenti per l'operazione prevista. Le sottocategorie A1-A3 sono particolarmente importanti per i piloti privati di droni.

Ovunque un pilota voli, è probabile che debba pensare anche alla sicurezza delle persone che si trovano nell'area. Come regola generale, quando un pilota opera nella categoria 'open', non è autorizzato a sorvolare persone che non sono coinvolte nel volo/attività del drone. Ciò significa che è necessario mantenere la giusta distanza da persone e proprietà. Questo sia per la propria sicurezza che per rispettare la privacy delle persone.

3.3.3 Protocollo per i droni

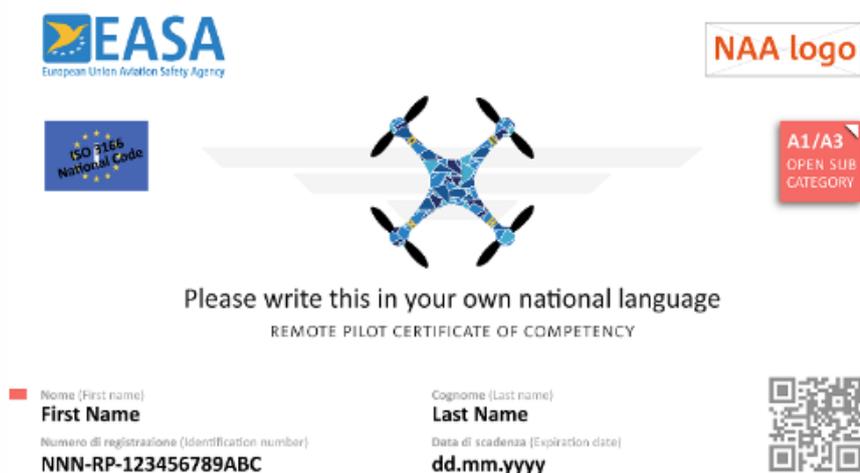
Con la presente forniamo le fasi del protocollo necessario per l'utilizzo di un drone.

1. Tutti gli utenti o le organizzazioni che possiedono un drone e intendono farlo volare devono registrarsi come operatori sul sito web dell'Autorità Nazionale per l'Aviazione (NAA) o presso un'altra organizzazione riconosciuta e autorizzata dalla NAA e devono ottenere il numero di operatore secondo le normative europee (sezione Registrazione operatore UAS).
2. Una volta ottenuto il numero dell'operatore, questo numero deve essere visibilmente incluso/attaccato al drone.
3. Il pilota di droni deve completare la necessaria formazione online offerta dall'Autorità nazionale dell'aviazione, superare un esame di pilotaggio e ottenere una certificazione ufficiale di competenza di pilota remoto valida per l'EASA prima di pilotare un drone di peso pari o superiore a 250 grammi.
4. Il certificato/licenza UAS è valido per 5 anni. Se la convalida viene effettuata prima della scadenza del certificato, il pilota remoto può partecipare a un seminario fornito dall'Autorità nazionale per l'aviazione o da un ente da essa riconosciuto, altrimenti le competenze devono essere dimostrate nuovamente²⁶.
5. È necessario stipulare una polizza assicurativa che copra la responsabilità civile verso terzi per i danni che possono verificarsi durante e per l'esecuzione di ogni volo effettuato, sia a scopo ricreativo che professionale.

²⁶ Riferimento normativo: DRONE.OPEN.070 (1) del regolamento UE 2019/94

6. I droni dotati di telecamere devono essere dotati di paracadute o di un sistema di atterraggio automatico che consenta loro di atterrare in sicurezza in caso di perdita di potenza.
7. Il pilota deve avere almeno 16 anni.
8. I voli sono consentiti solo durante il periodo diurno (UDP).
9. L'unica categoria di droni autorizzata a volare vicino alle persone è quella dei droni con marchio di classe C 2 o di categoria A2.

FIGURA 20
Esempio di certificazione/licenza UAS A1-A3



Fonte: DRONEAIR²⁷

Le tabelle 16, 17 e 18 forniscono dettagli utili sul protocollo dei droni.

TABELLA 16
Differenza tra pilota e operatore per la categoria UAS nota come categoria "aperta".

	<p>Un operatore di droni è una persona o un'organizzazione che possiede o noleggia uno o più droni registrati. I produttori e/o i rivenditori di droni non registrano i droni.</p> <p>Il proprietario deve prendere l'iniziativa di registrarsi presso l'Autorità Nazionale dell'Aviazione, nel Paese di residenza o nella sede principale di attività. È possibile essere sia operatore di droni che pilota remoto, se è la stessa persona a pilotare il drone. Tuttavia, è possibile essere un pilota remoto senza essere un operatore di droni, se, ad esempio, si è un pilota che lavora per una società che fornisce servizi con i droni. In questo caso, l'azienda è l'operatore di droni e voi siete il pilota remoto.</p> <p>Nel caso in cui una persona abbia acquistato un drone per volare nel tempo libero, questa persona è sia l'operatore del drone che il pilota remoto.</p>
---	---

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

	Nel caso in cui una persona abbia acquistato un drone per regalarlo, la persona che riceverà il regalo e farà volare il drone sarà l'operatore del drone e il pilota remoto.
	Il pilota di droni è la persona che pilota effettivamente il drone, senza necessariamente possedere o noleggiare il drone.

Fonte: EASA²⁸

TABELLA 17
Responsabilità dell'operatore UAS/Drone

Assicurazione	L'operatore di droni deve avere la giusta assicurazione, anche se il drone è pilotato da qualcun altro. Per l'assicurazione si fa riferimento all'Autorità Nazionale dell'Aviazione del Paese in cui il drone è registrato. L'assicurazione del drone garantisce la copertura della responsabilità dell'operatore in caso di danni a proprietà di terzi o di lesioni a persone in seguito all'utilizzo del drone. L'assicurazione del drone non è solo una buona idea ed è obbligatoria se il drone supera i 20 kg. Se il drone è di peso inferiore a 20 kg, non esiste un requisito specifico per l'assicurazione. Tuttavia, la maggior parte degli Stati membri dell'EASA richiede un'assicurazione di responsabilità civile anche se si utilizza un drone più leggero. Informazioni specifiche sono disponibili sui siti web delle autorità nazionali e https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/drone-insurance .
Registrazione	Per i droni della categoria open, l'operatore deve registrarsi presso l'autorità aeronautica nazionale. Il numero di registrazione è valido in tutti gli altri Stati membri dell'EASA. Non è possibile effettuare una doppia registrazione (<i>riferimento normativo: articolo 14 del regolamento UE 2019/947</i>).
Numero ID di registrazione	Una volta registrata come operatore di droni, la persona riceverà un numero ID di registrazione. Il numero identificativo deve essere apposto sul drone o sui droni di cui la persona è proprietaria.
Certificato di pilota	Prima di consegnare i droni, è bene verificare che il pilota o i piloti designati abbiano seguito la necessaria formazione online, abbiano superato l'esame di pilotaggio online e siano in possesso di un certificato di pilotaggio valido.

Fonte: Partner del progetto STC (2023)

TABELLA 18
Come registrarsi come operatore UAS/Drone in Spagna e in Italia

	In Spagna, tutti gli operatori di droni devono essere registrati (la registrazione è gratuita) presso l'Autorità spagnola per l'aviazione civile (AENA) prima di utilizzare un drone. La registrazione è gratuita e può essere effettuata tramite il <u>seguente link</u> . Questa procedura sarà automatica e immediata se si utilizza un certificato digitale.
--	---

²⁸ EASA, Operatore di droni e pilota di droni: qual è la differenza?
<https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/drone-operators-pilots>

Registrazione di UAS/Drone operatore in Spagna	<p>Inoltre, è illegale per chiunque, a parte l'AENA, utilizzare un drone di peso superiore a 25 kg a un'altitudine superiore a 120 metri, a meno che non abbia ottenuto un permesso speciale per farlo. I droni devono essere fatti volare solo durante le ore diurne e non è consentito il volo notturno.</p> <p>Ulteriori informazioni: Agenzia spagnola per l'aviazione Sezione Drone Spagna registrazione come operatore Spagna Informazioni generali sulla formazione in materia di UAS/droni Spagna Ente di formazione su UAS/droni per la categoria open</p>
Registrazione di un operatore UAS/Drone in Italia	<p>Per essere riconosciuto come operatore UAS, una persona/organizzazione deve registrarsi con successo sul portale d-flight e acquisire il codice identificativo europeo unico e personale, in formato QR code, da apporre su ogni UAS (drone) con cui la persona opera.</p> <p>In Italia la registrazione di un operatore UAS è obbligatoria:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Per tutti gli operatori che utilizzano droni di peso pari o superiore a 250 g, a meno che non siano classificati come giocattoli e conformi alla Direttiva europea 2009/48/CE sulla sicurezza dei giocattoli. 2. Per gli operatori di droni di peso inferiore a 250 g con caratteristiche di alta velocità (in caso di impatto possono trasferire al corpo umano un'energia cinetica superiore a 80 Joule) e/o che installano una telecamera. <p>Viaggi all'estero: se un operatore italiano intende utilizzare un UAS in Paesi UE/EASA, deve fare riferimento alle istruzioni contenute nella pagina del sito web dell'EASA "Travelling with Drones". Per gli Stati non appartenenti all'UE / non appartenenti all'ESA, l'operatore deve fare riferimento alla pagina dell'autorità competente dello Stato di destinazione.</p> <p>Ulteriori informazioni: Agenzia Italiana per l'Aviazione Sezione Drone Registrazione italiana come operatore di droni UAS Formazione italiana su UAS/droni</p>

Fonte: Partner del progetto STC (2023)

3.3.4 Legislazione europea consolidata

1. Regolamento di esecuzione (UE) 2019/947 consolidato, comprese le modifiche al Regolamento di esecuzione (UE) 2020/639, al Regolamento di esecuzione (UE) 2020/746, al Regolamento di esecuzione 2021/1166 e al Regolamento di esecuzione (UE) 2022/425. ([link alla norma](#)).
2. Regolamento delegato (UE) 2019/945 consolidato, comprese le modifiche al Regolamento delegato (UE) 2020/1058. ([link alla norma](#)).
3. Il Regolamento UE 2019/945 definisce i requisiti per la progettazione e la fabbricazione di sistemi aeronautici senza pilota ("UAS") destinati a essere utilizzati secondo le regole e le condizioni definite nel Regolamento di esecuzione (UE) 2019/947 e di componenti aggiuntivi di identificazione remota.
4. Risoluzione gestionale dell'EASA che approva gli scenari standard nazionali (STS-ES) per le operazioni UAS nella categoria "specifica" nell'ambito di una dichiarazione operativa in conformità al regolamento di esecuzione (UE) 2019/947. ([link alla norma](#)).

3.4 Documentazione per le operazioni con i droni nei giardini storici: Garantire conservazione, conformità e sicurezza

L'utilizzo dei droni nei giardini storici richiede un'attenta pianificazione, il rispetto delle normative e la considerazione dell'ambiente e delle parti interessate. È fondamentale sottolineare l'importanza di un'efficace gestione e manutenzione della documentazione, in quanto svolge un ruolo essenziale nella pianificazione

meticolosa e nell'assicurare una stretta aderenza alle linee guida. Ciò è particolarmente importante per salvaguardare la conservazione e la sicurezza di tesori culturali inestimabili all'interno dei giardini storici.

La seguente tabella 19 presenta una serie completa di documenti consigliati per lavorare efficacemente con i droni nei giardini storici. Ogni documento ha uno scopo specifico nel garantire un uso sicuro e responsabile dei droni, massimizzando il loro potenziale per la gestione e la conservazione dei giardini. Dalla conformità normativa alla valutazione del rischio, alla valutazione dell'impatto ambientale e alla pianificazione della risposta alle emergenze, questi documenti forniscono indicazioni per stabilire operazioni con i droni ben strutturate e organizzate.

Inoltre, la tabella 19 evidenzia l'importanza dell'apprendimento e del miglioramento continui, incorporando documenti che consentano di raccogliere preziose intuizioni e lezioni apprese dalle operazioni passate. Anche i piani di comunicazione con le parti interessate e di coinvolgimento della comunità sono essenziali per promuovere la trasparenza, affrontare le preoccupazioni e mantenere relazioni positive con le comunità e le autorità locali.

FIGURA 21
Controllo della documentazione necessaria



Fonte: Canzone_dell_estate

TABELLA 19
Contenuto della documentazione consigliato

Documento	Descrizione	Contenuto consigliato
Regolamenti e politiche	Questo documento deve comprendere tutte le normative e le politiche pertinenti alle operazioni con i droni nei giardini storici. È essenziale rivedere e aggiornare periodicamente questo documento per garantire la conformità e	<ul style="list-style-type: none"> ● Regolamenti locali che disciplinano le operazioni con i droni. ● Permessi o autorizzazioni necessari. ● Politiche e linee guida specifiche stabilite dalla direzione o dall'organo di governo del giardino storico.

	adattarsi a qualsiasi cambiamento necessario.	<ul style="list-style-type: none"> ● Restrizioni al volo nelle aree storiche: Restrizioni sull'altitudine di volo; Restrizioni sulle traiettorie di volo; Restrizioni sugli orari operativi; Restrizioni in prossimità di punti di riferimento.
Valutazione del rischio	Questo documento deve includere informazioni specifiche, adattate alle caratteristiche uniche del giardino storico. È indispensabile aggiornare regolarmente questo documento in risposta a qualsiasi cambiamento nell'ambiente del giardino.	<ul style="list-style-type: none"> ● Rischi o pericoli potenziali nel giardino storico: alberi, edifici, statue, fontane, vegetazione delicata, traffico pedonale dei visitatori. ● Condizioni meteo: velocità del vento, precipitazioni, visibilità. Set di procedure di emergenza: Malfunzionamento del drone, perdita di controllo, altre circostanze impreviste. ● Mappa dei giardini storici con le zone vietate al volo.
Valutazione dell'impatto ambientale	La valutazione dell'impatto ambientale valuta i potenziali effetti ambientali delle operazioni con i droni nel giardino storico. Aiuta a identificare e a mitigare eventuali impatti negativi sulla flora, sulla fauna e sull'ecosistema circostante.	<ul style="list-style-type: none"> ● Valutazione dei potenziali effetti sulla fauna e sulla vegetazione. ● Valutazione dei livelli di rumore e di disturbo per i residenti o la fauna selvatica nelle vicinanze. ● Raccomandazioni per ridurre al minimo l'impatto ambientale durante le operazioni con i droni. ● Piani per il ripristino o la conservazione degli habitat, se applicabile. ● Protocolli di monitoraggio per garantire la costante conformità alle linee guida ambientali.
Piano operativo per i droni	Questo documento fondamentale dovrebbe delineare un elenco completo di piani pre-volo specifici per il giardino storico in questione. Lo scopo di questo documento è quello di facilitare una pianificazione efficiente per le operazioni ripetitive, snellendo il processo per i voli futuri.	<ul style="list-style-type: none"> ● Attrezzature e personale. ● Specifiche del drone e del carico utile. ● Procedure di manutenzione e ispezione. ● Qualifiche e formazione degli operatori. ● Ruoli e responsabilità del team di supporto. ● Procedure di volo: Protocolli di lancio e atterraggio, operazioni in volo, considerazioni sull'altitudine e sulla traiettoria di volo, protocolli di comunicazione, procedure di raccolta e conservazione dei dati. ● Operazioni post-volo: Analisi ed elaborazione dei dati, manutenzione delle apparecchiature post-volo, generazione di rapporti e documentazione, privacy dei dati e misure di sicurezza. ● Miglioramento continuo e revisione e aggiornamento del piano operativo. ● Lista di controllo per le operazioni con i droni. ● Informazioni di contatto per le autorità e le parti interessate.
Manuale delle procedure operative dei droni	Questo documento essenziale serve come guida di base che delinea le procedure per condurre operazioni con i droni in un giardino storico. Fornisce istruzioni chiare sulle modalità di esecuzione delle	<ul style="list-style-type: none"> ● Lista di controllo pre-volo: ispezionare il drone per verificare la presenza di eventuali danni; calibrare i sensori; assicurarsi che tutti i software e i firmware siano aggiornati.

	operazioni con i droni, garantendo il rispetto delle migliori pratiche e dei protocolli di sicurezza.	<ul style="list-style-type: none"> ● Squadra operativa: operatore; osservatore visivo. ● Restrizioni di volo specificate dalle politiche e dalle linee guida del giardino storico. ● Distanza di sicurezza da strutture delicate, vegetazione e aree di importanza culturale. ● Sicurezza dei visitatori del giardino durante le operazioni con i droni. ● Stabilire confini chiari o aree riservate. ● Impedire l'accesso non autorizzato o potenziali incidenti. ● Requisiti specifici dei dati e protocolli di acquisizione. ● Problemi di privacy legati ai visitatori o alle proprietà vicine.
Registro delle emissioni	Questo documento funge da registro completo per registrare tutti gli incidenti che possono verificarsi.	<ul style="list-style-type: none"> ● Incidenti che si verificano durante le operazioni con i droni nel giardino storico, assicurando un resoconto dettagliato di qualsiasi evento degno di nota. ● Anomalie scoperte durante la manutenzione e le ispezioni di routine dell'apparecchiatura del drone, che evidenziano eventuali irregolarità o deviazioni dalle prestazioni previste, problemi o sfide che non erano stati previsti nella valutazione iniziale del rischio. Questi problemi inattesi sono fondamentali da considerare e rivedere quando si rivede il piano operativo dei droni, consentendo gli aggiustamenti e i miglioramenti necessari.
Diario delle lezioni	Il Lessons Log funge da archivio per raccogliere preziose intuizioni e lezioni apprese per migliorare l'utilizzo dei droni nei giardini storici. Viene aggiornato regolarmente ogni volta che vengono acquisite nuove lezioni.	<ul style="list-style-type: none"> ● Lezioni apprese e feedback: qualsiasi lezione appresa dall'esperienza pratica che contribuisce a migliorare l'uso dei droni nei giardini storici. Comprende le preziose conoscenze acquisite con le operazioni passate. ● Eventuali lezioni apprese sull'utilizzo ottimale delle informazioni raccolte dal drone per la manutenzione del giardino storico. Si concentra sull'estrazione di intuizioni significative dai dati raccolti e sul loro utilizzo efficace.
Diario di volo	Il registro di volo fornisce un resoconto dettagliato di ogni volo di drone effettuato nel giardino storico. Serve come prezioso registro per monitorare i modelli di volo, garantire il rispetto delle norme e analizzare i dati raccolti durante ogni operazione di volo.	<ul style="list-style-type: none"> ● Data e ora di ogni volo. ● Numero di identificazione del drone e modello. ● Scopo del volo (ad esempio, indagine, monitoraggio). ● Durata del volo e distanza percorsa. ● Luoghi e percorsi di volo specifici. ● Dati raccolti durante il volo (ad esempio, immagini, video, dati dei sensori). ● Eventuali incidenti o problemi riscontrati durante il volo.
Manuale delle procedure di sicurezza e di	Questo documento illustra i protocolli di sicurezza e le procedure di risposta alle emergenze	<ul style="list-style-type: none"> ● Procedure di risposta alle emergenze in caso di incidenti, lesioni o malfunzionamenti dei droni.

emergenza per i droni	per garantire il funzionamento sicuro dei droni nel giardino storico.	<ul style="list-style-type: none"> ● Designazione del personale responsabile e del suo ruolo durante le situazioni di emergenza. ● Protocolli di comunicazione per allertare le autorità competenti o le parti interessate durante le emergenze. ● Coordinamento con i servizi di emergenza locali, se necessario.
Piano di gestione dei dati	Questo documento delinea le procedure per la raccolta, l'archiviazione, la gestione e la protezione dei dati raccolti dalle operazioni dei droni nel giardino storico. Garantisce la conformità alle normative sulla privacy dei dati e stabilisce i protocolli per il backup dei dati e la condivisione con le parti interessate.	<ul style="list-style-type: none"> ● Metodi di raccolta dei dati e strumenti utilizzati. ● Luoghi di archiviazione dei dati e strategie di backup. ● Politiche di conservazione e archiviazione dei dati. ● Controlli di accesso ai dati e autorizzazioni per il personale autorizzato. ● Protocolli di condivisione dei dati con le autorità o le parti interessate. ● Procedure di smaltimento o cancellazione dei dati quando non sono più necessari.
Piano di analisi e reporting dei dati	Questo piano delinea le procedure per l'analisi dei dati raccolti durante le operazioni con i droni nel giardino storico e per la creazione di rapporti basati sui risultati. Garantisce un'elaborazione efficiente dei dati e approfondimenti significativi per supportare il processo decisionale e la pianificazione futura.	<ul style="list-style-type: none"> ● Metodi di raccolta dei dati e strumenti utilizzati. ● Luoghi di archiviazione dei dati e strategie di backup. ● Politiche di conservazione e archiviazione dei dati. ● Controlli di accesso ai dati e autorizzazioni per il personale autorizzato. ● Protocolli di condivisione dei dati con le autorità o le parti interessate. ● Procedure di smaltimento o cancellazione dei dati quando non sono più necessari.
Piano di comunicazione e con le parti interessate	Il Piano di comunicazione con le parti interessate illustra le strategie e i canali di comunicazione per coinvolgere le varie parti interessate, tra cui i visitatori del giardino, le autorità locali e le organizzazioni di conservazione. Promuove la trasparenza e la collaborazione durante le operazioni con i droni.	<ul style="list-style-type: none"> ● Identificazione delle principali parti interessate e dei loro interessi nelle operazioni con i droni. ● Canali di comunicazione (ad esempio, sito web, social media, newsletter) per aggiornare le parti interessate sulle attività dei droni. ● Coordinamento con le autorità locali per risolvere eventuali problemi o rispettare le normative. ● Meccanismi di feedback per raccogliere i contributi delle parti interessate.
Piano di formazione e istruzione	Il Piano di formazione e addestramento delinea i programmi di formazione e le iniziative educative per il personale coinvolto nelle operazioni con i droni. Garantisce che il team sia dotato delle competenze e delle conoscenze necessarie per operare con i droni in modo sicuro ed efficace.	<ul style="list-style-type: none"> ● Programma di formazione e argomenti trattati per gli operatori di droni e i membri del team di supporto. ● Frequenza della formazione e opportunità di sviluppo professionale continuo. ● Risorse e materiali educativi per promuovere la sicurezza e le migliori pratiche dei droni. ● Requisiti di certificazione o licenza per gli operatori di droni, se applicabili.
Gestione dell'inventario	Questo documento mantiene un inventario completo di tutti i droni,	<ul style="list-style-type: none"> ● Elenco di tutti i droni e delle loro specifiche (ad esempio, modello, numero di serie).

e delle risorse dei droni	le attrezzature e gli accessori utilizzati nel giardino storico. Aiuta a tracciare i beni, a gestire i programmi di manutenzione e a garantire la disponibilità di risorse sufficienti per le operazioni.	<ul style="list-style-type: none"> ● Inventario degli accessori del drone (ad esempio, batterie, eliche) e delle loro condizioni. ● Sistema di gestione delle risorse per tenere traccia dell'assegnazione dei droni per le diverse operazioni. ● Cronologia e programmi di manutenzione per ogni drone.
Bilancio e allocazione delle risorse	Questo documento delinea il piano di budget e di allocazione delle risorse per la gestione delle operazioni con i droni nel giardino storico. Garantisce la disponibilità di fondi e risorse adeguate per sostenere nel tempo un uso sicuro ed efficace dei droni.	<ul style="list-style-type: none"> ● Ripartizione del budget per le spese di acquisto, manutenzione e formazione dei droni. ● Stanziamento di risorse per le attività di gestione e analisi dei dati in corso. ● Piani di emergenza per spese impreviste o necessità di risorse. ● Monitoraggio delle spese per garantire l'efficacia dei costi.

Fonte: Partner del progetto Telewander ApS (2023)

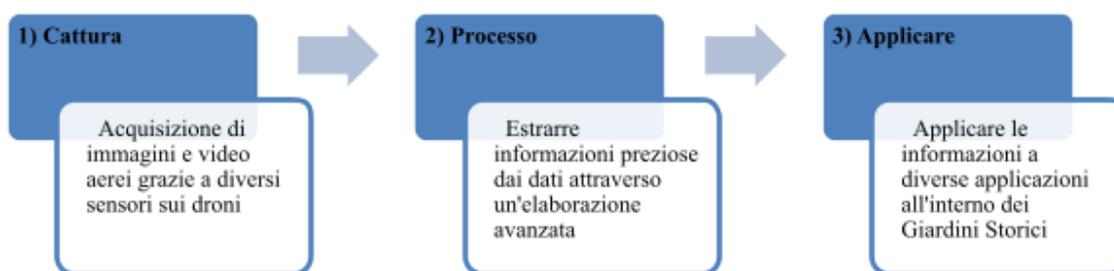
Utilizzando questi documenti raccomandati, i gestori di giardini, gli ambientalisti e gli operatori di droni possono snellire i loro sforzi, migliorare le misure di sicurezza e contribuire efficacemente alla conservazione e alla gestione sostenibile di giardini di importanza storica per il godimento delle generazioni future.

Si noti che i documenti suggeriti sono solo raccomandazioni. È fondamentale personalizzare il contenuto e la struttura di questi documenti per allinearli alle vostre esigenze e ai vostri requisiti specifici. È importante sottolineare che i documenti suggeriti non sostituiscono la documentazione obbligatoria per legge. In qualità di operatori di droni nei giardini storici, è vostra responsabilità creare qualsiasi documentazione obbligatoria necessaria per le operazioni con i droni nel vostro Paese e in conformità con i requisiti del giardino storico.

4. Recupero di informazioni utili dalla telecamera e dai sensori del drone

Per massimizzare l'utilità e l'efficienza delle operazioni con i droni, è fondamentale un approccio sistematico. Acquisire immagini e video aerei di alta qualità utilizzando diversi sensori sui droni, quindi estrarre informazioni preziose da questi dati attraverso un'elaborazione avanzata e applicarle a varie applicazioni all'interno del giardino storico.

FIGURA 22
Un approccio sistematico al lavoro con i droni nei giardini storici



Fonte: Partner del progetto Telewander ApS (2023)

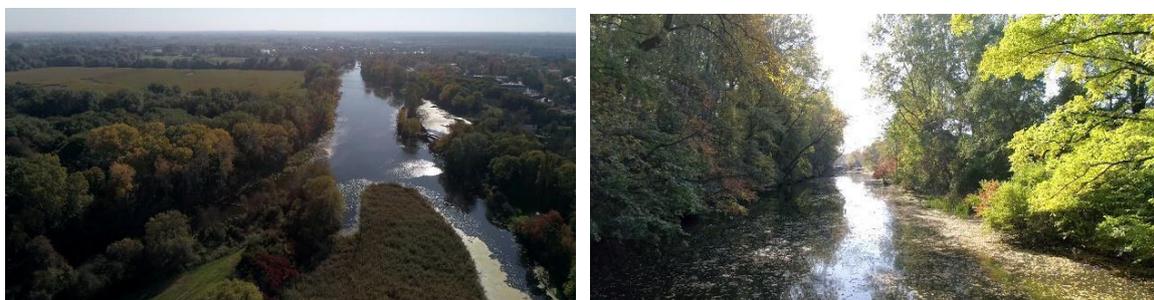
4.1 Acquisizione di fotografie e video aerei

L'uso della fotografia e del video da drone nei giardini storici offre numerosi vantaggi che migliorano la comprensione, l'apprezzamento e la conservazione di questi spazi preziosi.

I droni offrono una prospettiva aerea unica che ci permette di catturare immagini straordinarie dei giardini, mostrandone la grandezza architettonica, i disegni intricati e i paesaggi mozzafiato. Questa vista dall'alto ci permette di documentare e monitorare le condizioni delle strutture storiche, della vegetazione e dei percorsi, facilitando gli sforzi di manutenzione e restauro.

FIGURE 23 E 24

Il complesso di palazzi e giardini di Wilanów con la riserva naturale di Morysin e il canale Sobieski a Wilanów - stagione autunnale -, Polonia



Fonte: Archivi del Museo del Palazzo del re Jan III a Wilanów

Le immagini dei droni sono anche un prezioso strumento educativo, che ci permette di creare esperienze interattive, tour virtuali e risorse educative che fanno rivivere la storia e il significato culturale del giardino. Inoltre, le riprese con il drone possono essere utilizzate per scopi promozionali, attirando visitatori, promuovendo il turismo e generando sostegno per le iniziative di conservazione. Sfruttando i vantaggi della fotografia e del video con il drone, possiamo esplorare e apprezzare i giardini storici da nuove prospettive, preservandone la bellezza e il patrimonio per le generazioni future.

4.2 Estrazione di informazioni da foto, video e altri sensori del drone

FIGURA 25
Informazioni ricevute da un drone



Fonte: Scharfsinn

I droni dotati di sensori avanzati possono catturare una grande quantità di dati preziosi, consentendo agli esperti di ottenere una visione senza precedenti delle condizioni e delle dinamiche di questi preziosi paesaggi culturali.

Nella tabella 20 presentiamo una panoramica dei dati raccolti dai vari sensori comunemente utilizzati sui droni per il monitoraggio dei giardini storici. Ogni sensore ha uno scopo unico, catturando tipi specifici di informazioni che contribuiscono alla comprensione completa e alla conservazione efficace di questi preziosi siti del patrimonio.

TABELLA 20
Dati dai sensori del drone

Sensore	Tipo di dati	Formato dei dati	Applicazioni/Utilizzi	Vantaggi
Telecamere RGB	Immagini e video RGB	File immagine (ad es. JPEG, PNG) e file video (ad es. MP4)	Documentazione visiva dettagliata della disposizione e dell'architettura del giardino	Di base e comunemente utilizzato, fornisce immagini in luce visibile come l'occhio umano
Sensori multispettrali	Dati multispettrali	File immagine con più bande (ad esempio, TIFF)	Valutazione della salute e dello stress della vegetazione	Cattura più bande spettrali, compreso l'infrarosso per l'analisi delle piante.
Telecamere termiche	Immagini termiche	File immagine (ad esempio, TIFF)	Valutazione delle temperature superficiali e delle firme di calore	Rileva le differenze di temperatura, utili per identificare i problemi
LiDAR	Mappe del terreno in 3D	Dati della nuvola di punti (ad esempio, LAS)	Mappatura precisa della topografia e delle caratteristiche del paesaggio	Fornisce mappe 3D altamente precise grazie alla tecnologia laser
Sensori di gas e chimici	Dati chimici e sui gas	Dati numerici (ad esempio, ppm per i gas)	Monitoraggio della qualità dell'aria e rilevamento degli inquinanti	Identifica gas e inquinanti specifici, valutando i rischi ambientali.
Sistema di posizionamento globale (GPS)	Dati di geolocalizzazione	Dati geospaziali (ad esempio, coordinate GPS)	Mappatura accurata e rilevamento delle modifiche	Consente un posizionamento e una navigazione precisi durante i voli

Fonte: Partner del progetto Telewander ApS (2023)

Le telecamere RGB, i sensori fondamentali e più utilizzati, forniscono immagini ad alta risoluzione nella luce visibile, simile a quella percepita dall'occhio umano. Nel frattempo, i sensori multispettrali si espandono oltre lo spettro visibile per rilevare lunghezze d'onda specifiche, consentendo agli esperti di valutare la salute della vegetazione, i livelli di nutrienti, la presenza di malattie e altro ancora. Le telecamere termiche, in grado di catturare le radiazioni termiche, aiutano a identificare le variazioni di temperatura e i potenziali problemi nelle strutture dei giardini. I sensori LiDAR offrono mappe 3D altamente accurate, rivelando la topografia e le caratteristiche sottili del paesaggio, fondamentali per l'analisi dell'erosione e la pianificazione del restauro. I sensori di gas e sostanze chimiche contribuiscono al monitoraggio ambientale, identificando gli inquinanti e i potenziali rischi. Infine, i sensori GPS assicurano dati geolocalizzati precisi, essenziali per una mappatura accurata e per l'integrazione con altri set di dati spaziali.

Per estrarre informazioni preziose dalla grande quantità di dati raccolti dai sensori nei giardini storici, gli esperti utilizzano tecniche avanzate di elaborazione delle immagini, algoritmi di apprendimento automatico e software specializzati. Queste tecnologie consentono un'analisi efficiente dei dati, fornendo approfondimenti sulle condizioni del giardino e ottimizzando al contempo tempo e risorse.

Gli algoritmi di computer vision svolgono un ruolo cruciale nell'analisi automatica delle immagini e dei video catturati dai droni, facilitando l'identificazione di caratteristiche specifiche come elementi architettonici, manufatti storici o specie invasive. Inoltre, questi algoritmi sono in grado di rilevare cambiamenti nella densità della vegetazione, variazioni di colore o anomalie strutturali, segnalando efficacemente le aree che richiedono ulteriori indagini o interventi.

Gli esempi di software presentati nella tabella 21 sono strumenti essenziali che aiutano a elaborare e analizzare i dati raccolti dai sensori dei droni. Dai software avanzati per l'editing delle immagini e la fotogrammetria ai sistemi informativi geografici (GIS) e agli strumenti di editing video, queste soluzioni software svolgono un ruolo cruciale nella generazione di informazioni utili, nel supporto della ricerca storica, nel miglioramento dell'esperienza dei visitatori e nell'informazione dei processi decisionali nella conservazione e nella gestione dei giardini storici.

TABELLA 21
Applicazioni dati e soluzioni software per i giardini storici

Ingresso dati	Uscita dati	Esempi di software	Descrizione
Immagini e video RGB	Documentazione e miglioramento delle immagini	PS (Adobe Photoshop), GIMP, Corel PS Pro	Registrazioni visive accurate della disposizione e dell'architettura del giardino. Di base e di uso comune, fornisce immagini a luce visibile come l'occhio umano.
Dati multispettrali	Studio delle condizioni e degli aspetti ecologici	AM (Agisoft Metashape), Pix4D, DroneDeploy	Valutazione della salute e dello stress della vegetazione. Cattura più bande spettrali, compresi gli infrarossi per l'analisi delle piante.
Immagini termiche	Pianificazione e progettazione del paesaggio	AM (Agisoft Metashape), Pix4D, DroneDeploy	Valutazione delle temperature superficiali e delle firme di calore. Rileva le differenze di temperatura, utili per identificare i problemi.
Mappe del terreno in 3D	Valutazioni delle condizioni e manutenzione	AM (Agisoft Metashape), Pix4D, DroneDeploy	Mappatura precisa della topografia e delle caratteristiche del paesaggio. Fornisce mappe 3D altamente precise grazie alla tecnologia laser.
Dati chimici e sui gas	Ricerca e analisi	ArcGIS (Esri), QGIS, Global Mapper	Monitoraggio della qualità dell'aria e rilevamento degli inquinanti. Identifica gas e inquinanti specifici, valutando i rischi ambientali.
Dati di geolocalizzazione	Mappatura del sito e rilevamento delle modifiche	ArcGIS (Esri), QGIS, Global Mapper	Mappatura accurata e rilevamento delle modifiche. Consente un posizionamento e una navigazione precisi durante i voli.
Immagini e video RGB, dati multispettrali, immagini termiche, LiDAR, dati chimici e sul gas, dati di	Miglioramento dell'esperienza dei visitatori	Premiere Pro, Final Cut Pro, DaVinci Resolve, 3DVista	Premiere Pro, Final Cut Pro, DaVinci Resolve, 3DVista

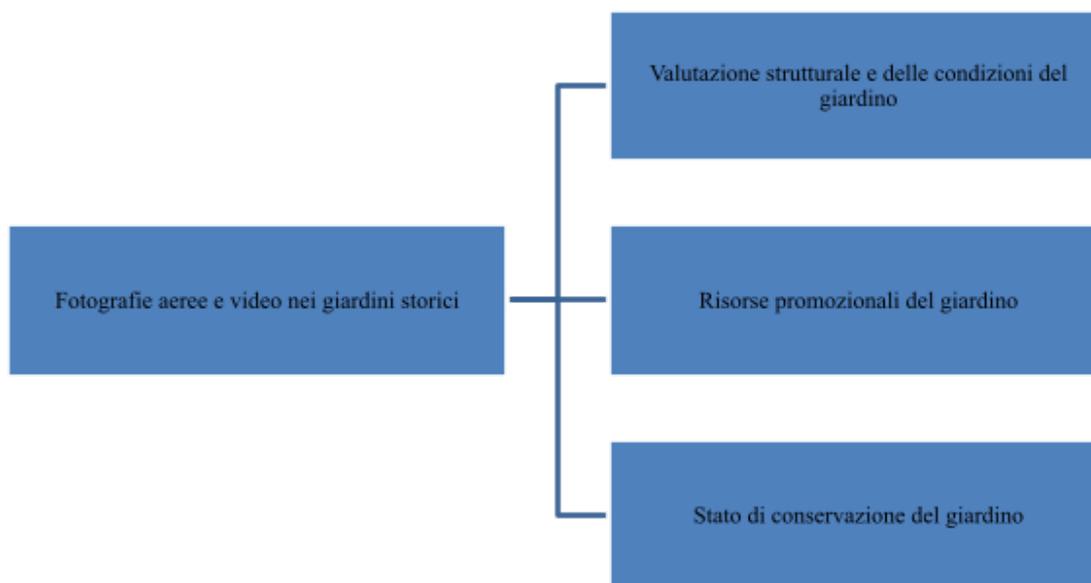
geolocalizzazione.			
--------------------	--	--	--

Fonte: Partner del progetto Telewander ApS (2023)

4.3 Tipi di applicazioni delle foto e dei video aerei

Tutti i tipi di foto e video aerei che possono essere utilizzati nei giardini storici per la manutenzione e la gestione possono essere suddivisi in tre categorie principali.

FIGURA 26
Tipi di applicazioni di fotografie e video da droni nei giardini storici



Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

Valutazione strutturale e delle condizioni del giardino

Le valutazioni strutturali e delle condizioni dei giardini storici aiutano a identificare potenziali problemi strutturali o vulnerabilità delle strutture all'interno del giardino, consentono di individuare i pericoli per la sicurezza e forniscono dati preziosi per la ricerca e la documentazione storica. Inoltre, le valutazioni strutturali e delle condizioni contribuiscono allo sviluppo di piani di conservazione completi. La valutazione strutturale e delle condizioni del giardino della categoria comprende le seguenti sei applicazioni di droni.

FIGURA 27²⁹
Uso del drone per la valutazione strutturale e delle condizioni dei giardini storici

²⁹ Cieli visivi (2023, 23 maggio). *Storia in 3D: Scansione con drone per la conservazione del patrimonio*. <https://tinyurl.com/5ecv565j>

Historic England, (2015, 1 aprile). *Droni per gli usi del patrimonio culturale*. <https://tinyurl.com/4txp2may>



Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

- **Valutazione complessiva del giardino**

Effettuare riprese aeree per ottenere una panoramica dell'intero giardino. Questo aiuta a identificare eventuali problemi su larga scala, come aree che necessitano di restauro o manutenzione, problemi di drenaggio o cambiamenti nei modelli di vegetazione.

- **Ispezioni strutturali³⁰**

Utilizzate la fotografia aerea per ispezionare i tetti, le facciate e altre aree difficili da raggiungere delle strutture storiche all'interno del giardino. Torri, guglie, statue e campanili sono estremamente difficili e pericolosi da raggiungere per una persona, per non parlare della sensibilità. La fotografia aerea può aiutare a rilevare segni di danni, degrado o necessità di riparazioni. Se è necessario avvicinarsi a un elemento strutturale o alla vegetazione, si consiglia di utilizzare droni più piccoli della sottocategoria A1, in quanto sono leggeri e presentano un rischio minore di danneggiare parti del giardino storico.

FIGURA 28
Sculture storiche ed elementi di facciata all'esterno del castello di Miramare a Trieste, Italia

³⁰Ingegneri con i droni (n.d). *Ispezione storica degli edifici*. bit.ly/3YbXOlv



Shutterstock: Mauro Carli

- **Monitoraggio della salute e della crescita degli alberi**

Le immagini aeree consentono di monitorare la salute e la crescita degli alberi in giardino. Le foto e i video possono rivelare segni di malattia, stress o sconfinamento in altri elementi del giardino, favorendo interventi tempestivi e la gestione degli alberi.

- **Valutazione dei percorsi e delle infrastrutture**

Documentate le condizioni di sentieri, ponti e altri elementi infrastrutturali del giardino dall'alto. Aiuta a identificare le aree che richiedono manutenzione, come crepe, superfici irregolari o segni di usura. I droni contribuiscono a rendere più veloce questo lavoro rilevando i problemi in pochi minuti, accelerando così i tempi di riparazione del giardino, il che significa una migliore manutenzione dei giardini storici.

- **Valutazione del drenaggio e dell'irrigazione**

Le riprese aeree possono essere utilizzate per valutare l'efficacia dei sistemi di drenaggio e delle reti di irrigazione all'interno del giardino. L'individuazione di problemi come ostruzioni, ristagni d'acqua o distribuzione irregolare diventa più facile da una prospettiva aerea.

- **Mappatura della vegetazione**

Creare mappe e immagini aeree che evidenzino la distribuzione e la densità della vegetazione all'interno del giardino. Queste informazioni possono essere utili per la pianificazione del giardino, l'identificazione di specie invasive o il monitoraggio della crescita di piante specifiche.

FIGURA 29

Mappatura della vegetazione con un drone che mostra le mappe di salute del campo per l'indice di vegetazione differenziale normalizzato in campo



Shutterstock: Zapp2Photo

Risorse promozionali del giardino

La creazione di materiale promozionale per i giardini storici è importante perché contribuisce a sensibilizzare, generare interesse e attrarre visitatori in questi spazi unici e culturalmente significativi. Ci sono quattro applicazioni principali dei droni che possono essere prese in considerazione nella categoria delle risorse promozionali dei giardini. Si veda la figura 29.

- **Materiale promozionale**

Catturate splendide riprese aeree per creare video promozionali o brochure che mostrino la bellezza e le caratteristiche uniche del giardino storico. Queste immagini possono attirare i visitatori, promuovere il turismo ed evidenziare il significato storico del giardino.

- **Documentazione dell'evento**

Documentate eventi speciali, festival o raduni organizzati all'interno del giardino storico da una prospettiva aerea. Le foto e i video aerei possono catturare la scala, l'atmosfera e l'impatto visivo di questi eventi, creando documenti memorabili per gli organizzatori e i partecipanti.

- **Miglioramento dell'esperienza dei visitatori**

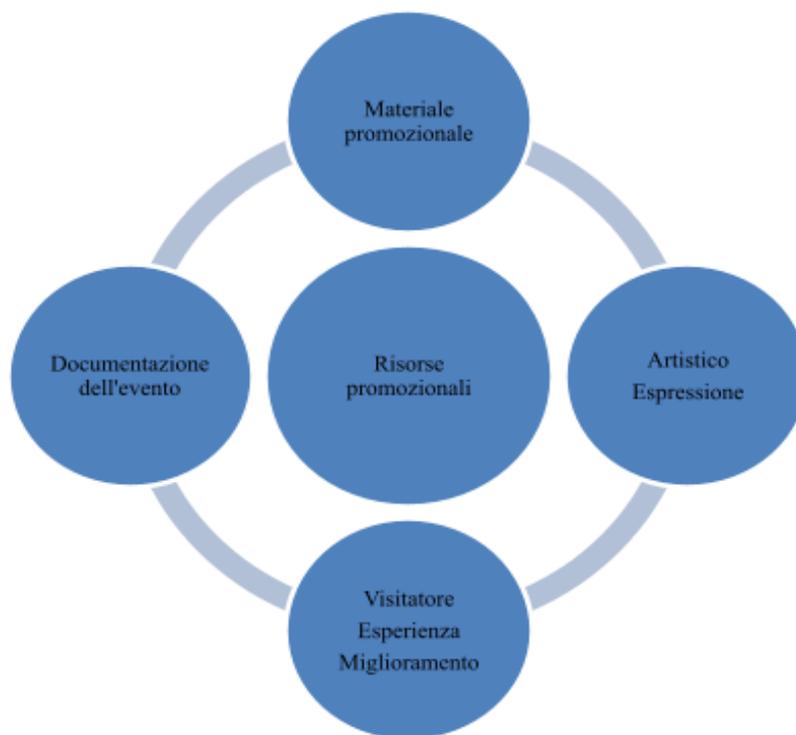
Migliorare l'esperienza dei visitatori fornendo mappe interattive o tour virtuali del giardino utilizzando le riprese aeree. I visitatori possono esplorare diverse sezioni del giardino, vedere le strutture storiche e conoscere i punti di interesse attraverso piattaforme online o applicazioni mobili coinvolgenti. In questo modo si attireranno ancora di più l'interesse e i futuri visitatori del giardino, anche se non hanno ancora la possibilità di visitarlo personalmente.

- **Espressione artistica**

Incoraggiare artisti, fotografi e cineasti a esplorare il giardino storico attraverso la fotografia e la videografia aerea. Queste opere creative possono catturare la bellezza estetica del giardino, evocare emozioni e ispirare

nuove prospettive sul suo significato storico e culturale, oltre a diffondere la conoscenza del giardino tra i loro seguaci.

FIGURA 30
Utilizzo del drone per la creazione di risorse promozionali per i giardini storici



Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

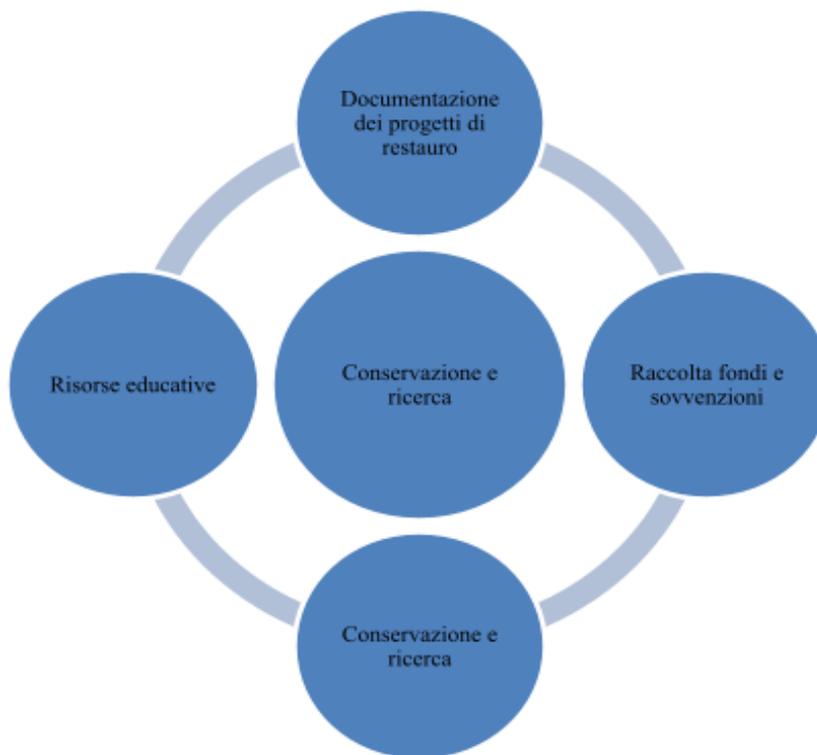
Conservazione e ricerca del giardino

La conservazione e la ricerca nei giardini storici sono fondamentali per preservarne il significato culturale e storico. Impegnandoci nella conservazione, possiamo salvaguardare questi tesori inestimabili, proteggendoli dal deterioramento, dagli impatti ambientali e dal passare del tempo. La ricerca svolge un ruolo fondamentale nella comprensione della storia del giardino, nell'identificazione delle intenzioni progettuali originali e nella definizione dei progetti di restauro.

In questa categoria si possono evidenziare quattro applicazioni principali dei droni, come si vede nella figura 31.

FIGURA 31³¹
Uso del drone per la conservazione e la ricerca di giardini storici

³¹ Krátký, V. & Petráček, P. (2021). Documentazione sicura di monumenti storici con un veicolo aereo autonomo senza pilota. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10 (11), 738. <https://doi.org/10.3390/ijgi10110738>; Bentkowska-Kafel, A., & MacDonald, L. (Eds.). (2017). *Tecniche digitali per la documentazione e la conservazione del patrimonio culturale*. Arc Humanities Press: York, Regno Unito, 2017. bit.ly/3DuHWr9



Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

- **Documentazione dei progetti di restauro**

La fotografia aerea e la videografia sono strumenti preziosi per documentare i progressi e i risultati dei progetti di restauro all'interno del giardino storico. Forniscono una visione completa delle modifiche apportate e possono essere utilizzate per la documentazione storica e per riferimenti futuri. Vedi figura 32.

- **Conservazione e ricerca³²**

Le immagini aeree possono aiutare gli sforzi di conservazione e i progetti di ricerca all'interno del giardino storico. Utilizzate le foto e i video dei droni per monitorare i cambiamenti della vegetazione, seguire la biodiversità, studiare gli habitat della fauna selvatica o documentare le caratteristiche archeologiche eventualmente presenti.

- **Raccolta fondi e sovvenzioni**

Utilizzate immagini aeree di alta qualità per sostenere campagne di raccolta fondi o richieste di sovvenzioni per progetti di conservazione e restauro. Le convincenti riprese con il drone possono aiutare le parti interessate e le organizzazioni finanziatrici a comprendere l'importanza del giardino e le sue esigenze di conservazione.

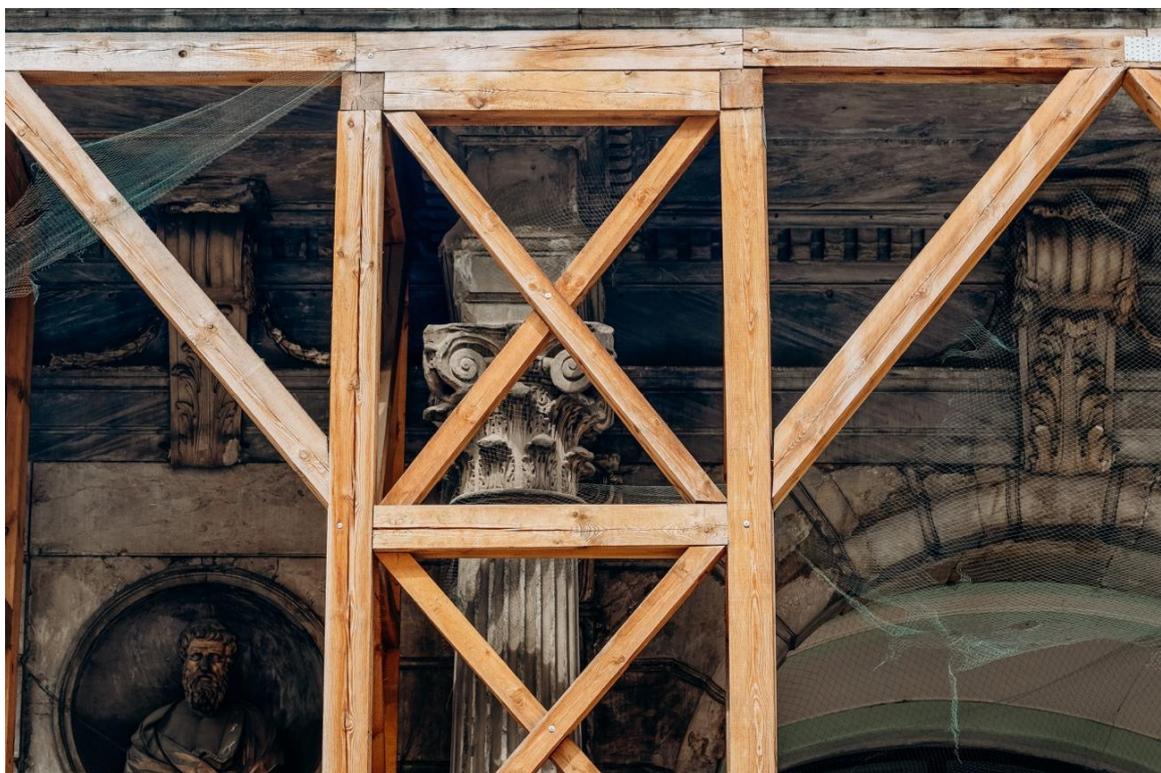
Quando si utilizzano i droni per applicazioni fotografiche e video nei giardini storici, è essenziale dare priorità alla sicurezza, rispettare le esperienze dei visitatori e conformarsi alle normative locali. Lavorare in collaborazione con le autorità del giardino, gli storici e gli esperti può aiutare a garantire che le immagini del drone servano allo scopo previsto, preservando l'autenticità e l'integrità del giardino.

- **Risorse educative**

³² Bacco, M., Barsocchi, P., Cassarà, P., Germanese, D., Gotta, A., Leone, G.R., Moroni, D., Pascali, M.A. & Tampucci, M. (2020). Monitoraggio di edifici antichi: Implementazione reale di un sistema IoT potenziato da UAV e realtà virtuale. *IEEE Access*, 8, 50131-50148. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9034055>

Utilizzate le immagini aeree per sviluppare risorse educative sulla storia, l'architettura e la progettazione del paesaggio del giardino. Combinare le riprese del drone con le informazioni storiche per creare presentazioni coinvolgenti e informative o display interattivi.

FIGURA 32
Processo di restauro di un edificio storico



Shutterstock: tomeqs

5. Applicazioni dei droni per la gestione e la conservazione dei giardini storici

5.1 Monitoraggi e ispezioni regolari dei giardini storici con l'uso di droni

Sotto la pressione dei cambiamenti climatici e socio-economici, la gestione, compreso il rilievo, il monitoraggio e l'ispezione dei giardini storici sta vivendo un periodo di forte cambiamento ed evoluzione grazie alle nuove tecnologie e ai progressi tecnici.

Infatti, per rendere la gestione dei giardini storici concretamente sostenibile sia dal punto di vista economico che ambientale, è necessario razionalizzare l'uso delle risorse umane e naturali.

L'utilizzo della tecnologia dei droni mostra tutte le sue potenzialità a supporto delle attività di gestione e manutenzione degli spazi verdi, aprendo la strada alla progressiva automazione e virtualizzazione delle procedure e dei compiti quotidiani degli operatori che lavorano nei giardini storici, dove è particolarmente importante raccogliere informazioni di base che permettano un monitoraggio continuo e ispezioni ad hoc, necessarie per affinare continuamente le tecniche di gestione.

I droni utilizzati per i rilievi rapidi e la mappatura delle aree creano una serie di immagini ortografiche fisse che vengono poi elaborate dopo il volo e unite tra loro, rilevando punti identici, per creare una nuvola di punti 3D da cui vengono ricavati gli orto-mosaici. I mosaici ortografici sono mosaici di più immagini aeree che insieme formano un set di dati. Questi dati sono utili per i flussi di lavoro di modellazione delle informazioni edilizie (BIM) e possono essere utilizzati come base per i calcoli di taglio e riempimento e per la classificazione, oltre a

molti altri processi computazionali (Cureton, 2020)³³. I droni possono anche essere utilizzati per ottenere una prospettiva aerea di un sito per un cliente, per realizzare un video documentario dell'area..."³⁴ come l'ispezione di inondazioni o infrastrutture.

Per quanto riguarda il monitoraggio e l'ispezione della vegetazione, la tecnologia dei droni ha un ruolo importante nei giardini storici e nei paesaggi storici: Utilizzando la tecnologia dei droni, i giardinieri hanno la possibilità di mappare alberi, opere d'arte architettonica, fiori e tutta la vegetazione del giardino.

I droni consentono agli operatori di sorvegliare singoli alberi che crescono in aree aperte (Scher et al., 2019)³⁵ e hanno il potenziale per registrare quando ogni pianta sta sfogliando e fiorendo e per monitorare la struttura, il tasso di fotosintesi e la temperatura degli alberi. In poche ore, un drone potrebbe sorvolare centinaia o migliaia di piante e scattare immagini digitali dettagliate di tutte le piante. Utilizzando le immagini di giorni e settimane successive, potrebbe essere possibile determinare la fenologia dettagliata di tutte le piante di una collezione, anche se la corrispondenza delle piante da un volo all'altro rimane una sfida significativa. Allo stesso modo, le telecamere digitali fisse hanno il potenziale per automatizzare le osservazioni della fioritura e dello sfogliamento (Chen et al., 2019)³⁶.

Un maggior numero di droni può aiutare il monitoraggio dell'irrigazione, la programmazione e la mappatura della topografia³⁷ e supportare i giardinieri a preservare i giardini storici e ci sono infinite opportunità di crescita per i giardinieri se sono aperti all'idea di imparare e lavorare con la tecnologia. L'uso di un drone per il giardinaggio può migliorare e rendere più sicuro il lavoro quotidiano.

La tabella 22 fornisce dettagli su come i droni possono supportare la gestione dei giardini storici e la tabella 23 spiega i vantaggi dell'uso dei droni per il rilievo dei giardini storici.

TABELLA 22
Droni e gestione dei giardini storici

Come i droni possono supportare la gestione dei giardini storici	
Rilievo	Registrazione di dati biologici qualitativi o quantitativi utilizzando tecniche standardizzate facilmente ripetibili per un periodo limitato, senza preconcetti sui risultati.
Monitoraggio	Il controllo è continuo, per reagire rapidamente ai cambiamenti e per confrontare le indagini ripetute. È di fondamentale importanza che le indagini iniziali (di base) siano effettuate secondo un metodo standard e descritto e che i risultati siano pienamente documentati in modo da poter essere ripetuti.
Ispezione	Valutare eventuali modifiche o deviazioni rispetto ai risultati previsti o richiesti.

Fonte: Partner del progetto STC (2023)

FIGURA 33
Il Labirinto, Giardino Garzoni di Collodi, Italia

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

³⁴ 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>

³⁵ Scher, C. L., Griffoul, E., & Cannon, C. H. (2019). Fotogrammetria da drone per la costruzione di modelli ad alta risoluzione di singoli alberi. *Alberi*, 33, 1385-1397

³⁶ Chen, B., Jin, Y. & Brown, P. (2019). Un indice di fioritura migliorato per quantificare la fenologia floreale utilizzando osservazioni di telerilevamento multiscala. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 156, 108-120.

³⁷ Hashem, A. e Hamilton, M. (luglio 2020). Le immagini UAV offrono molteplici applicazioni per l'irrigazione. *Irrigazione oggi*. <https://tinyurl.com/4k79dck2>



Fonte: Partner del progetto STC (2023)

TABELLA 23
Principali vantaggi delle indagini condotte con i droni

Vantaggi dell'uso dei droni per il rilievo dei giardini storici	
Efficienza	I rilievi condotti con i droni possono coprire vaste aree in modo rapido ed efficiente, riducendo i tempi e i costi dei metodi di rilievo tradizionali. I rilievi condotti con i droni consentono di coprire vasti territori in modo rapido ed efficace, riducendo così al minimo le spese e i tempi delle tecniche di rilievo tradizionali.
Precisione	I droni possono acquisire immagini e dati altamente dettagliati, fornendo misurazioni accurate e modelli 3D di un sito.
Sicurezza	I droni possono accedere ad aree difficili da raggiungere, riducendo la necessità per gli operai di salire su impalcature o di utilizzare attrezzature pesanti.
Flessibilità	I droni possono essere utilizzati in diversi contesti, tra cui aree urbane, località remote e ambienti pericolosi.

Fonte: Partner del progetto STC (2023)

I droni utilizzati per il rilevamento/monitoraggio e l'ispezione sono dotati di telecamere a bordo che scattano foto del terreno da diversi punti dell'aria. Le immagini sono etichettate con coordinate geografiche acquisite da un sensore GNSS sul drone, che indicano esattamente dove si trova l'immagine nello spazio.

Per una raccolta dati accurata, efficiente ed economica con i droni, sono disponibili diversi metodi. La comprensione di questi metodi può essere utile per selezionare la tecnica più adatta al lavoro da svolgere. Vedi tabella 24.

TABELLA 24
Tipi di metodi più comuni per il rilievo con i droni

Tipo di rilievo con drone	Descrizione	Applicazioni
Fotogrammetria aerea	Durante un rilievo con un drone dotato di fotocamera digitale, il terreno viene fotografato	Comunemente utilizzato per creare mappe topografiche, è utile anche per:

Tipo di rilievo con drone	Descrizione	Applicazioni
	<p>più volte da diverse angolazioni e ogni immagine viene contrassegnata con le coordinate. Una serie di immagini sovrapposte per generare misure e modelli e dati altimetrici. La fotogrammetria è il processo di misurazione, registrazione e interpretazione delle fotografie per creare un modello spaziale e mappe 2D e 3D. Nella fotografia digitale, il fattore più significativo è la dimensione del sensore che determina la qualità dei risultati.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Patrimonio culturale ● Monitoraggio dei giardini ● Ispezione dell'infrastruttura ● Uso del suolo ● Commercializzazione
Rilevamento	Un'indagine di rilevamento raccoglie dati sotto forma di luce e colore rilevando diverse lunghezze d'onda di radiazioni.	<ul style="list-style-type: none"> ● Monitoraggio dei parassiti
Modellazione 3D	Creare modelli 3D altamente dettagliati di strutture, paesaggi o oggetti utilizzando tecniche di fotogrammetria o LiDAR.	<ul style="list-style-type: none"> ● Patrimonio culturale ● Architettura, ● Gestione dei disastri ● Pianificazione urbana
Topografico	Raccogliere dati sulle curve di livello, sulle quote e sulle caratteristiche di una determinata area per creare mappe topografiche dettagliate.	<ul style="list-style-type: none"> ● Mappatura del terreno ● Mappatura della vegetazione ● Costruzione ● Sviluppo del territorio ● Studi ambientali
Sensori multispettrali	A differenza dei tradizionali sensori RGB (Red, Green, Blue) presenti nelle fotocamere di consumo, i sensori multispettrali sono in grado di rilevare e registrare dati in lunghezze d'onda specifiche, oltre a quelle visibili all'occhio umano. Questi sensori possono acquisire informazioni nelle gamme dell'infrarosso (IR) e dell'ultravioletto (UV), nonché in altre bande spettrali strette o ampie.	<p>Monitoraggio dell'ambiente e del giardino:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Monitoraggio delle foreste ● Zone umide ● Corpi idrici. ● Rilevare i cambiamenti nella copertura del suolo. ● Analizzare la qualità dell'acqua e il contenuto di clorofilla. ● Analisi dello stato di salute delle piante ● Monitoraggio dei parassiti

Tipo di rilievo con drone	Descrizione	Applicazioni
LiDAR³⁸	Utilizza la luce laser per misurare le distanze e creare rappresentazioni 3D dettagliate di un'area sotto forma di nuvole di punti.	<ul style="list-style-type: none"> • Silvicoltura (informazioni sulle piante) • Alluvione • Valutazione del rischio
Immagini termiche	Utilizzano sensori a infrarossi per rilevare le differenze di temperatura negli oggetti, rivelando le firme del calore, il contenuto di umidità e la perdita di energia.	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo termografico • Acqua • Parassiti e malattie • Fattori ambientali • Ispezione forestale • Monitoraggio della fauna selvatica • Ispezione degli edifici

Fonte: Partner del progetto STC (2023)

I rilievi condotti con i droni generano una varietà di formati di dati e di risultati che possono essere utilizzati in diverse applicazioni e settori. Questi risultati forniscono informazioni preziose e supportano i processi decisionali. La tabella 25 presenta questi risultati.

TABELLA 25
Risultati del sondaggio con il drone

Consegna del sondaggio con il drone	Descrizione	Applicazioni
Mappe ortomosaico	Le immagini ad alta risoluzione e georeferenziate vengono create unendo più fotografie aeree.	Sviluppo del territorio, agricoltura, monitoraggio ambientale
Modelli digitali di elevazione (DEM)	Rappresentazioni 3D dei dati altimetrici del terreno, che mostrano la forma e le caratteristiche della superficie.	Valutazione del rischio di alluvione, pianificazione territoriale, progettazione di infrastrutture.
Modelli digitali di superficie (DSM)	Simili ai DEM, ma includono i dati altimetrici di tutti gli oggetti presenti sulla superficie, come edifici, vegetazione e infrastrutture.	Pianificazione urbana, analisi della linea di vista, pianificazione delle reti di telecomunicazione
Modelli digitali del terreno (DTM)	Rappresentare la superficie del terreno nudo rimuovendo qualsiasi elemento fuori terra, come vegetazione e strutture.	Ingegneria civile, geologia, studi idrologici

³⁸ La scansione laser aviotrasportata è una tecnologia utilizzata per il rilievo e la mappatura topografica, ad esempio per la mappatura idrologica, l'edilizia e la silvicoltura. Questo metodo impiega uno scanner a rilevamento e misurazione della luce (LiDAR) e si basa sulla misurazione del tempo di volo degli impulsi laser emessi da superfici sul terreno o in prossimità di esso, misurando la distanza dell'oggetto dal sensore. Il principale risultato di un rilievo LiDAR è una nuvola di punti 3D. Lo scopo del rilievo e la densità richiesta della nuvola di punti determinano le specifiche del sensore. I rilievi LiDAR sono in grado di mappare oggetti estremamente stretti, come le linee elettriche aeree, a seconda della risoluzione utilizzata.

Consegna del sondaggio con il drone	Descrizione	Applicazioni
Nuvole puntiformi	Collezioni di punti 3D che rappresentano la forma e le caratteristiche dell'area rilevata.	Creazione di modelli 3D, calcoli volumetrici, valutazione dell'integrità strutturale
Mappe di contorno	Visualizza i dati altimetrici come una serie di curve di livello che rappresentano punti di uguale elevazione.	Sviluppo del territorio, pianificazione edilizia, gestione delle risorse
Modelli 3D	Rappresentazioni dettagliate di strutture, paesaggi o oggetti derivate da nuvole di punti o dati fotogrammetrici.	Architettura, ingegneria, pianificazione urbana
Rapporti di ispezione	Rapporti dettagliati per varie strutture, comprese immagini ad alta risoluzione, dati termici e valutazioni strutturali.	Manutenzione, riparazione, pianificazione della sicurezza per edifici, ponti, condutture.
Indici di vegetazione	Indici come il Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) forniscono indicazioni sulla salute, la crescita e lo stress delle piante.	Agricoltura, monitoraggio ambientale, allocazione delle risorse
Misure volumetriche	Calcolo di volumi e aree, come i volumi delle scorte, le dimensioni degli scavi o l'estensione dei corpi idrici.	Miniere, costruzioni, gestione dei rifiuti

Fonte: Partner del progetto STC (2023)

5.2 Monitoraggio dell'acqua: Controllo termografico per rilevare aree con eccesso/mancanza d'acqua³⁹

Le immagini termiche o multispettrali sono state introdotte come strumento accessibile per il monitoraggio dello stato idrico delle piante⁴⁰, soprattutto nelle regioni in cui la disponibilità di acqua è il principale fattore limitante. In questa sezione analizziamo:

- Tecnologia di imaging termico.
- Uso dell'immagine termica per il monitoraggio dell'acqua nei giardini storici.
- Casi di ispezione termica con drone nel giardinaggio.

³⁹ Workswell (n.d.). *Rilevamento di colture cerealicole in stress idrico con telecamera termica UAV*. <https://tinyurl.com/mpkm8ffh>

⁴⁰ Stoll M., & Jones H. G., (2007). La termografia come strumento valido per il monitoraggio dello stress delle piante. *OENO One*, 41(2), 77-84. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2007.41.2.851>

FIGURA 34
Immagine termica



Fonte: Wikimedia commons

- **Tecnologia di imaging termico**

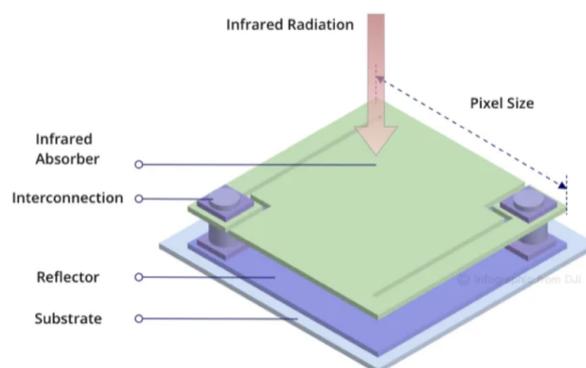
Conosciuta anche come termografia a infrarossi (IRT), la termografia è il processo di utilizzo di termocamere per catturare immagini di oggetti utilizzando la radiazione infrarossa (calore) emessa da questi oggetti. Le immagini termiche risultanti (note anche come termogrammi) raffigurano la distribuzione spaziale delle differenze di temperatura nella scena catturata dalle termocamere.

Negli ultimi anni, le termocamere sono state integrate nei droni commerciali per svolgere un'ampia varietà di compiti. I droni termici dotati di sistemi di imaging termico all'avanguardia sono in grado di catturare diversi tipi di immagini simultaneamente, perché generalmente sono dotati di due telecamere: una termocamera e un sistema di imaging standard.

Poiché la radiazione infrarossa (IR) è emessa da tutti gli oggetti animati e inanimati con una temperatura superiore allo zero assoluto, la termografia consente di percepire l'ambiente circostante anche in assenza di illuminazione. Poiché la quantità di IR emessa da un oggetto aumenta con la temperatura, la termografia consente di vedere le variazioni di temperatura.

Per catturare le variazioni di temperatura, le termocamere sono dotate di sensori termici sensibili in grado di rilevare minime differenze di temperatura. Le termocamere sono sensibili a lunghezze d'onda che vanno da circa 1.000 nanometri a circa 14.000 nanometri.

FIGURA 35
Schema di un sensore termico (microbolometro)



Fonte: DJI Enterprise (2022)⁴¹

Termocamera, immagini termiche e monitoraggio dell'acqua

Le termocamere, note anche come telecamere a infrarossi, sono in grado di rilevare le differenze di temperatura che possono essere indicative di stress idrico. Di conseguenza, le immagini termiche possono essere utilizzate per il monitoraggio regolare dei giardini durante la stagione di crescita per tenere traccia dei cambiamenti di temperatura e rilevare precocemente lo stress idrico e/o possono essere uno strumento efficace per il monitoraggio dell'acqua, rilevando lo stress idrico che si verifica quando c'è una carenza di approvvigionamento idrico, dovuta a un'irrigazione inadeguata o a fattori naturali. L'uso delle termocamere consente ai giardinieri di monitorare costantemente lo stress idrico e di intraprendere azioni correttive, come la regolazione dei programmi di irrigazione, per mitigare i rischi e ridurre al minimo le perdite di vegetazione.

- **Uso della termocamera e delle immagini termiche per rilevare lo stress idrico nella vegetazione**

Una termocamera può catturare la radiazione infrarossa emessa dalle piante, che è influenzata dalla loro temperatura. Quando le piante sono sottoposte a stress idrico, tendono ad avere temperature più elevate rispetto a quelle ben idratate. Questo perché la traspirazione, il processo con cui le piante perdono acqua attraverso le foglie, si riduce in condizioni di stress idrico, portando a temperature più elevate delle foglie.

La termografia può essere utilizzata anche per rilevare il contenuto di umidità del suolo e creare mappe del terreno, entrambi elementi che possono aiutare a ottimizzare i sistemi di irrigazione. Ciò migliorerà l'efficienza dell'irrigazione, riducendo gli sprechi d'acqua e prevenendo le carenze della vegetazione.

Analisi della temperatura: Le immagini termiche catturate dalla telecamera possono essere analizzate con un software specializzato (indicare il software) in grado di generare mappe di temperatura o indici termici. Queste mappe possono aiutare a identificare le aree del giardino che registrano temperature più elevate, indicando un potenziale stress idrico.

Confronto con la linea di base: Le immagini termiche possono essere confrontate con i dati di riferimento di piante ben idratate per identificare le anomalie di temperatura. Una pianta/vegetazione stressata dall'acqua nel giardino mostrerebbe temperature più elevate in aree o zone specifiche.

Convalida della verità a terra: I risultati della termografia possono essere convalidati con dati di verità a terra, come le misurazioni dell'umidità del suolo, le misurazioni fisiologiche delle piante e le valutazioni visive dello stato di salute della vegetazione. Questo può aiutare a confermare la presenza di stress idrico e a fornire risultati più accurati.

Monitoraggio tempestivo: Le termocamere possono essere utilizzate per il monitoraggio regolare dei giardini durante la stagione di crescita, per tenere traccia delle variazioni di temperatura e rilevare tempestivamente lo

⁴¹ DJI Enterprise (2022, agosto). *Una rapida occhiata a come la tecnologia di imaging termico abbinata alla manovrabilità di un drone può essere utile alla vostra azienda.* <https://tinyurl.com/2dhynypc>

stress idrico. In questo modo i giardinieri possono intraprendere azioni correttive, come la regolazione dei programmi di irrigazione, per mitigare lo stress idrico e ridurre al minimo le perdite di vegetazione.

- **Casi d'uso selezionati dell'ispezione con droni termici**

Stress della pianta: Le immagini termiche possono essere utili come prima linea di rilevamento per determinare l'inizio dello stress della pianta a causa delle variazioni dell'apertura stomatica. Questo approccio può fornire indicazioni affidabili e sensibili sulla temperatura delle foglie e quindi calcolare la conduttanza stomatica.⁴²

Monitoraggio della disponibilità idrica: Le immagini termiche possono essere utilizzate per valutare lo stato idrico di ciliegi dolci (*Prunus avium* L.) giovani e maturi sottoposti a stress idrico. Sono stati analizzati due trattamenti per appezzamento: (i) un trattamento di controllo irrigato per garantire condizioni idriche del suolo non limitate e (ii) un trattamento di stress idrico.⁴³

FIGURA 36
Un pilota di droni che vola con un drone



Copyrights gratuito 123RF: Sergey Mironov

5.3 Monitoraggio della salute: Controllo di parassiti e malattie

Le malattie delle piante sono una delle principali minacce per parchi e giardini. Un monitoraggio e un rilevamento efficienti degli agenti patogeni delle piante consentono di individuare precocemente i focolai e di applicare trattamenti per una gestione efficace dei parassiti prima che questi siano ben radicati, consentendo di prendere decisioni che limitano la diffusione della malattia e riducono il costo dei pesticidi.

I metodi tradizionali, molecolari e sierologici ampiamente utilizzati per il rilevamento delle malattie delle piante sono spesso inefficaci se non vengono applicati durante le fasi iniziali della patogenesi, quando non compaiono sintomi o sono molto deboli. Inoltre, sono quasi inutili per acquisire risultati diagnostici spazializzati sulle malattie delle piante.

I droni sono invece in grado di fornire un allarme precoce sulle malattie delle piante e di svolgere un ruolo fondamentale nel monitoraggio della diffusione dei patogeni vegetali. Per esempio:

⁴² Jones, H.G., Leinonen, I. (2003). Termografia per lo studio delle relazioni idriche delle piante. *Journal of Agricultural Meteorology*, 59 (3), 205-217. <https://doi.org/10.2480/agrmet.59.205>

⁴³ Blaya-Ros, P. J., Blanco, V., Domingo, R., Soto-Valles, F., & Torres-Sánchez, R., (2020). Fattibilità della termografia a basso costo per il monitoraggio dello stress idrico in ciliegi dolci giovani e maturi. *Scienze applicate*, 10 (16), 54-61. <https://doi.org/10.3390/app10165461>

1. Lo stress biotico, come l'erbivoro da parte di artropodi parassiti, suscita risposte fisiologiche di difesa nelle piante, portando a cambiamenti nella riflettanza delle foglie che possono essere rilevati dalle tecnologie di imaging.
2. I dati di riflettanza delle chiome acquisiti ed elaborati con i droni di rilevamento potrebbero essere trasmessi come mappa digitale per guidare un secondo tipo di droni, i droni di attuazione, a fornire soluzioni ai punti caldi identificati, come rilasci di precisione di nemici naturali e/o irrorazione di precisione di pesticidi.

I vantaggi della tecnologia dei droni includono l'alta risoluzione spaziale (poiché vengono trasportati diversi sensori a bordo), l'alta efficienza, la flessibilità d'uso e, cosa più significativa, il rilevamento rapido delle malattie delle piante su un'ampia area a basso costo, l'affidabilità e la fornitura di dati ad alta risoluzione.

In questo manuale ci concentriamo in particolare sull'uso di piccoli droni, definiti come robot volanti senza pilota a controllo remoto con un peso superiore a 250 g ma inferiore a 25 kg, incluso il carico utile. Questi tipi di droni hanno in genere tempi di volo da pochi minuti a ore e portate limitate. Si parlerà anche brevemente dei droni più grandi, tipicamente utilizzati per l'irrorazione dei pesticidi. La discussione sui droni più grandi esula dallo scopo di questo manuale, ma per maggiori informazioni si vedano Watts et al. (2012)⁴⁴, e Anderson e Gaston (2013).⁴⁵

I droni utilizzati per l'individuazione dei focolai di infestazione sono qui denominati droni di rilevamento, mentre i droni utilizzati per la distribuzione di precisione delle soluzioni sono denominati droni di attuazione:

- I droni di rilevamento riducono il tempo necessario per la ricerca dei parassiti.
- I droni ad azionamento riducono l'area in cui è necessario applicare i pesticidi e i costi di distribuzione dei nemici naturali.

Entrambi i tipi di droni potrebbero comunicare per stabilire una soluzione IPM a ciclo chiuso. È importante notare che l'uso dei droni nella gestione di precisione dei parassiti potrebbe essere economicamente vantaggioso e ridurre i danni all'ambiente. Nella tabella 26 sono illustrate le diverse tecniche di imaging utilizzate per acquisire informazioni morfologiche sulle piante.

TABELLA 26
Acquisizione di informazioni morfologiche sulle piante attraverso diverse tecniche di imaging

Tecniche di imaging	Descrizione	Cosa fa
Droni per il rilevamento, immagini aeree da drone	Uno dei tipi di dati più significativi e vantaggiosi. Questi approcci di telerilevamento (RS) si basano sul rilevamento di qualsiasi variazione delle proprietà ottiche delle piante.	In altre parole, rilevano essenzialmente qualsiasi cambiamento nella fisiologia della pianta che, a causa di stress biotici o abiotici, tassi di traspirazione, morfologia, densità della pianta e variazioni della radiazione solare tra le piante, determina variazioni misurabili nella produzione ottica delle piante. Inoltre, il movimento dei patogeni vegetali o dei loro prodotti può essere tracciato da decine a centinaia di metri al di sopra dei campi coltivati e numerose immagini di malattie vegetali possono essere acquisite direttamente e in tempo reale, consentendo l'applicazione di

⁴⁴ Watts, A. C., Ambrosia, V. G., & Hinkley, E. A. (2012). Sistemi aerei senza pilota nel telerilevamento e nella ricerca scientifica: Classificazione e considerazioni sull'uso. *Remote Sensing*, 4 (6), 1671-1692. <http://dx.doi.org/10.3390/rs4061671>

⁴⁵ Anderson, K. e Gaston, K.J. (2013). I veicoli aerei leggeri senza pilota rivoluzioneranno l'ecologia spaziale. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11 (3), 138-146. <https://doi.org/10.1890/120150>

		algoritmi per monitorare l'insorgenza di specifiche malattie vegetali.
Sensori termografici	Soluzione non invasiva per individuare gli infestanti. I sensori termografici catturano la radiazione infrarossa emessa dalla superficie della pianta.	Utilizza la tecnologia a infrarossi per rilevare e localizzare i problemi di parassiti e malattie. In caso di infezione da parte di un patogeno, la temperatura della superficie della pianta aumenta a causa della riduzione della traspirazione. In base alla variazione di temperatura, il sensore può analizzare la presenza della malattia prima ancora che si manifesti, ma non può rilevare il tipo di infezione o di malattia. La precisione di questo tipo di controllo è influenzata dalla variazione delle condizioni ambientali durante la misurazione.
LiDAR⁴⁶	I sensori lidar sono una componente chiave dei veicoli autonomi, in quanto forniscono una visione 3D ad alta risoluzione dell'ambiente circostante.	Il LiDAR calcola la distanza tra il sensore e gli oggetti a terra per misurarne la posizione; i suoi raggi possono attraversare la chioma e inviare informazioni sulla sua struttura, sulla densità delle piante e sulla superficie del terreno.
Fotogrammetria structure-from-motion (SfM)	Metodo in grado di rilevare le malattie nei campi, monitorare il vigore delle colture, stimare la biomassa e la resa e rilevare i sintomi di stress abiotici e biotici. Le telecamere digitali possono rilevare una o poche bande ampie del vicino infrarosso (NIR) ⁴⁷ , mentre le telecamere iperspettrali (da decine a centinaia di bande spettrali) misurano bande strette; nonostante siano state ridotte per l'utilizzo dei droni, queste ultime richiedono spazio e capacità di carico supplementare.	L'SfM raccoglie immagini da più prospettive mentre i droni sorvolano i campi; utilizza telecamere digitali ad alta risoluzione da cui le immagini possono essere utilizzate per misurare caratteristiche fenotipiche della popolazione vegetale come l'altezza individuale, la longevità e gli stadi di sviluppo.
Riduzione della popolazione di parassiti: tecnica dell'insetto sterile	Un nuovo potenziale ambito di utilizzo dei droni nella gestione dei parassiti è il rilascio di insetti sterili.	Programmi pilota per il rilascio di insetti sterili con i droni hanno avuto successo nel controllo delle popolazioni di tignole in Nuova Zelanda e Canada, e gli insetti sterili rilasciati con i droni si sono dimostrati efficaci per il controllo di questi parassiti negli Stati Uniti ⁴⁸ . La tecnica degli insetti

⁴⁶ Christiansen, M.P., Laursen, M.S., Jørgensen, R.N., Skovsen, S. & Gislum, R. (2017). Progettazione e test di un sistema di mappatura UAV per il rilevamento dei campi agricoli. *Sensori*, 17, 2703. <https://tinyurl.com/586b6xe4>

⁴⁷ Yang, C., Westbrook, J.K., Suh, C.P.-C., Martin, D.E., Hoffmann, W.C., Lan, Y., Fritz, B.K., & Goolsby, J.A. (2014). Un sistema di imaging multispettrale aviotrasportato basato su due telecamere consumer-grade per il telerilevamento agricolo. *Remote Sens*, 6, 5257-5278. <https://tinyurl.com/52za59kn>

⁴⁸ Animal and Plant Health Inspection Service (2017, 20 ottobre). *PPQ esplora l'allettante promessa dei sistemi aerei senza pilota*. <https://tinyurl.com/mubhzsuu>

		<p>sterili (SIT) produce insetti sterili o parzialmente sterili attraverso l'irradiazione. Dopo l'accoppiamento con insetti selvatici, la prole non si riproduce o è sterile, con conseguente riduzione delle popolazioni di parassiti. Il SIT è ecologico, specifico per la specie e compatibile con altri metodi di gestione come il controllo biologico, il che lo rende un importante strumento di IPM⁴⁹. Il rilascio di insetti sterili da parte di un drone può essere più economico e veloce rispetto al rilascio a terra.</p>
--	--	--

Fonte: Partner del progetto STC (2023)

5.4 Gestione dei rischi: prevenzione degli incendi

I droni consentono la trasmissione di immagini in tempo reale e di conseguenza una valutazione accurata dei focolai e della loro intensità e una risposta rapida. Possono essere utilizzati per individuare incendi in aree inaccessibili, oppure le capacità di telerilevamento possono essere utilizzate per fornire informazioni sui livelli di umidità del suolo, sulla direzione del vento e su altre condizioni ambientali che possono aiutare a prevedere il potenziale di un incendio. Nella tabella 27 sono presentati i principali usi dei droni nella prevenzione degli incendi.

I droni con telecamere RGB⁵⁰ sono uno strumento versatile e facile da usare, che migliora la consapevolezza della situazione e aiuta le squadre a lavorare in modo più rapido e intelligente. L'introduzione di telecamere termiche aeree promette una maggiore visibilità e una visione più completa della diffusione e della velocità dell'incendio e minori rischi per le persone.

⁴⁹ Simmons, G.S., Suckling, D.M., Carpenter, J.E., Addison, M.F., Dyck, V.A., & Vreysen, M.J.B. (2010). Una migliore gestione della qualità per aumentare l'efficacia della tecnica dell'insetto sterile per i lepidotteri. *Journal of Applied Entomology*, 134 (3) 261-273. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01438.x>

⁵⁰ Il termine RGB si riferisce al modello di colore in cui i colori primari rosso, verde e blu della luce vengono aggiunti per creare i diversi colori che percepiamo. Una telecamera RGB viene utilizzata per fornire immagini colorate di persone e oggetti catturando la luce nelle lunghezze d'onda del rosso, del verde e del blu.

FIGURA 37
Droni e prevenzione degli incendi



Fonte: Pinterest: Pinterest

TABELLA 27
I principali usi dei droni nella prevenzione degli incendi

Utilizzo di droni	Descrizione
Raccolta di informazioni	Un pilota può coprire una vasta area e identificare i punti più caldi utilizzando i droni con telecamera termica.
Monitoraggio dell'avanzamento dell'incendio	Fornendo dati in tempo reale, i droni possono aiutare a rilevare e rispondere rapidamente a qualsiasi cambiamento che possa verificarsi come risultato dell'incendio e a controllare che l'incendio sia contenuto entro i confini designati.
Aiuto e protezione	Conoscere la propagazione e la direzione di un incendio è fondamentale. Con un drone, le squadre possono facilmente monitorare da lontano e assicurarsi che tutti siano al sicuro, oltre a ottenere dati sulla propagazione dell'incendio.
Cattura e mappatura	Utilizzando la tecnologia dei droni, è possibile identificare punti critici non visibili e aumentare la sicurezza delle operazioni. L'acquisizione di immagini termiche può essere utilizzata per supportare le operazioni prima e durante la propagazione dell'incendio. Le immagini acquisite possono anche essere trasformate in mappe 3D per aiutare il lavoro successivo all'incidente.
Consapevolezza della situazione in tempo reale	I dati dei droni possono contribuire a garantire che i responsabili delle decisioni dispongano delle stesse informazioni. La tecnologia isotermica utilizzata dai droni consente all'operatore di evidenziare determinati intervalli di temperatura e di evidenziarli in tempo reale. In caso di incendio, la consapevolezza della situazione è necessaria per la pianificazione. I droni sorvolano l'area per raccogliere dati e quindi pianificare e portare aiuto sulla scena e controllare la situazione.

Fonte: Partner di progetto STC (2023)⁵¹

⁵¹ HPDrones (2023, 5 maggio). *Prevenzione degli incendi con i droni*. <https://tinyurl.com/27b22n8j>

5.5 Identificazione degli interventi di manutenzione o riparazione necessari e valutazione delle aree difficili da raggiungere.

Le ispezioni con i droni sono particolarmente utili quando l'esecuzione di ispezioni visive in parti difficili da raggiungere di un giardino o di un manufatto può essere pericolosa.

Per gli operatori che si occupano della conservazione di questi siti, i droni forniscono una visione aerea a costi contenuti di luoghi difficilmente accessibili, consentendo di raccogliere informazioni dettagliate e aggiornate. I droni forniscono anche rilievi aerei dettagliati, una rapida raccolta di dati e un'archiviazione dei dati a costi contenuti.

L'utilizzo di droni dotati di telecamere termiche e ad alta risoluzione per condurre ispezioni di aree difficili da raggiungere consente di rilevare difetti che altrimenti rimarrebbero invisibili. Ne sono un esempio l'umidità all'interno dei muri, le perdite d'acqua, i cavi difettosi, le tettoie e gli alberi storici ad alto fusto.

FIGURA 38
Villa Garzoni, Collodi, Italia



Fonte: Giardino Garzoni

I droni dotati di telecamere ad alta risoluzione consentono di ottenere un'analisi più rapida del sito, di identificare i cambiamenti nel tempo e di comprendere meglio lo sviluppo del sito. I droni hanno la capacità di rilevare i siti in modo tempestivo ed eliminare la necessità di metodi di rilevamento che richiedono molto tempo. Questo può aiutare a identificare potenziali rischi o minacce, in modo che il sito possa essere protetto o ripristinato più rapidamente, a monitorare le condizioni del sito e a identificare le aree che necessitano di attenzione, soprattutto quelle che possono essere difficili da vedere da terra o da raggiungere.

L'uso di droni non richiede di arrampicarsi su alberi o tetti e previene incidenti di caduta dall'alto e gravi problemi in futuro. Grazie al rilevamento precoce, le riparazioni possono essere effettuate prima che i sistemi inizino a guastarsi, in modo che le condizioni del sito ispezionato non diventino mai pericolose e che si risparmi denaro nel lungo periodo. Per questo motivo, l'uso dei droni per il monitoraggio e la mappatura dei giardini storici e dei siti culturali è sempre più diffuso ed è vantaggioso sia per la conservazione del sito che per l'identificazione dei lavori di manutenzione da pianificare.

6. Applicazione dei droni per il marketing nei giardini storici

6.1 Suggerimenti per il marketing dell'uso dei droni nei giardini storici

L'uso dei droni per il marketing nei giardini storici offre una moltitudine di vantaggi che possono migliorare notevolmente gli sforzi promozionali. In primo luogo, i droni offrono una prospettiva aerea unica, consentendo di ottenere immagini mozzafiato che catturano la grandezza e la bellezza dei giardini da un'angolazione nuova e accattivante. Queste immagini aeree non solo mostrano lo splendore architettonico e paesaggistico dei giardini, ma ne evidenziano anche il significato storico e il valore culturale. Inoltre, le riprese dinamiche e le esperienze immersive create dai droni contribuiscono a coinvolgere e affascinare il pubblico, generando entusiasmo e curiosità per i giardini. Incorporando i contenuti ripresi dai droni nei materiali di marketing, i giardini storici possono trasmettere efficacemente le loro offerte uniche, attirare i visitatori e creare un'impressione duratura. I droni facilitano anche la documentazione e la conservazione dei giardini, consentendo di monitorare i cambiamenti nel tempo e fornendo preziosi documenti storici. In generale, l'uso dei droni nel marketing dei giardini storici apre un mondo di possibilità, consentendo al pubblico di sperimentare questi spazi straordinari in un modo che è sia visivamente sorprendente che profondamente informativo.

TABELLA 28⁵²

Consigli per le riprese con il drone a fini di marketing

Suggerimenti per le riprese con il drone	Descrizione
Pianificare gli scatti	Prima di decollare, avere una visione chiara delle inquadrature che si desidera catturare. Pianificate le angolazioni, le composizioni e i movimenti per assicurarvi di catturare le riprese più accattivanti.
Scegliere il momento giusto	L'illuminazione gioca un ruolo fondamentale nella creazione di belle riprese. Cercate di filmare durante l'ora d'oro (mattina presto o sera), quando la luce del sole è morbida e fornisce toni caldi e lusinghieri e ombre lunghe che aggiungono profondità alle vostre riprese.
Utilizzare le impostazioni manuali	Familiarizzare con le impostazioni manuali della fotocamera del drone, come esposizione, ISO e velocità dell'otturatore. Regolare queste impostazioni per controllare l'esposizione e ottenere i migliori risultati in varie condizioni di luce. Selezionare la risoluzione più alta disponibile, come 4K, 5.2K o 6K. Inoltre, selezionare HDR (High Dynamic Range) e immagini RAW se disponibili nelle impostazioni della fotocamera installata sul drone.
Selezionare la modalità di ripresa	Selezionando diverse modalità di ripresa sulla fotocamera del drone, è possibile creare immagini creative e attraenti da utilizzare per il marketing. Ad esempio, selezionando una velocità dell'otturatore più elevata, superiore a 60 fps, è possibile creare splendidi video aerei al rallentatore per mostrare tutta la bellezza e i dettagli del giardino. Inoltre, è possibile scegliere di scattare una sequenza di foto da cui creare un time-lapse per mostrare il giardino durante il giorno e la notte o durante le diverse stagioni, ad esempio.
Evitare i movimenti bruschi	Movimenti fluidi e controllati sono essenziali per ottenere filmati dall'aspetto professionale. Utilizzate movimenti lenti e costanti della telecamera per evitare riprese a scatti che possono disorientare gli spettatori.
Inquadrare gli scatti	Componete con cura gli scatti per creare contenuti visivamente coinvolgenti. Incorporate linee guida, simmetria ed elementi di inquadratura naturale per guidare l'occhio dell'osservatore e attirare l'attenzione sulla bellezza del giardino.
Catturare prospettive diverse	Sperimentate diverse altezze, angolazioni, distanze e traiettorie di volo per catturare una varietà di scatti. Mostrate il giardino da diversi punti di vista per dare agli spettatori una visione completa della sua grandezza.
Mostrare i cambiamenti stagionali	Catturate filmati durante tutto l'anno per mostrare la bellezza e le trasformazioni stagionali del giardino. Evidenziate le fioriture colorate in

⁵² Guide DJI (2017, 12 maggio). *6 modalità fotografiche che ogni fotografo aereo deve conoscere*. bit.ly/47928wk
Concetto K&F (2023, 21 giugno). *Quanto sono buone le telecamere dei droni?* <https://bit.ly/454KEz4>

	primavera, il verde lussureggiante in estate, il fogliame vibrante in autunno e i paesaggi sereni in inverno.
Utilizzare i filtri ND	I filtri a densità neutra (ND) possono aiutare a controllare l'esposizione in condizioni di luminosità e a ridurre le aree sovraesposte nelle riprese, garantendo un'illuminazione equilibrata e filmati più cinematografici.
Miglioramento della post-produzione	Dopo aver salvato il filmato, utilizzare un software di editing video per perfezionare i clip. Regolate i colori, il contrasto e la saturazione per migliorare l'aspetto visivo. Aggiungete transizioni e musica per creare un video di marketing raffinato e accattivante.

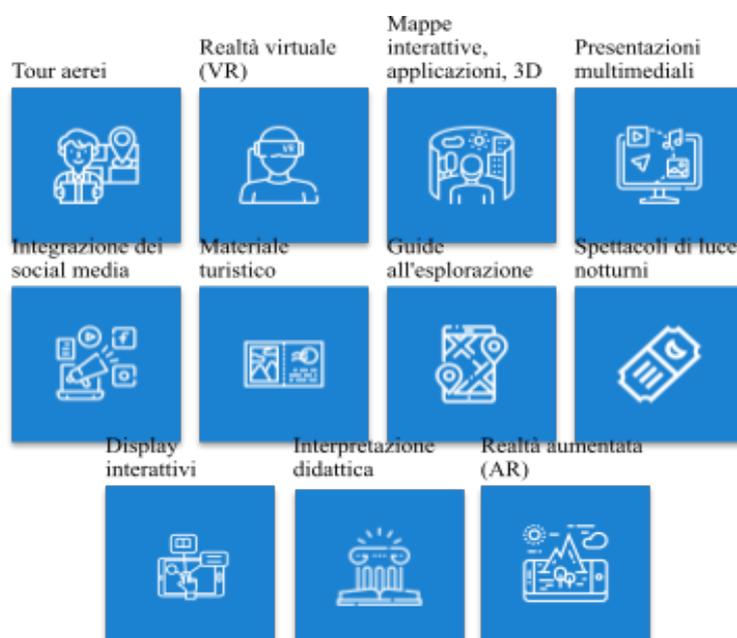
Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

Applicando questi suggerimenti, potrete catturare splendide riprese dal vostro drone, mostrando la bellezza e l'unicità del giardino storico per creare contenuti di marketing avvincenti che coinvolgono e attraggono gli spettatori.

6.2 Utilizzare i droni per migliorare l'offerta turistica

I droni possono essere utilizzati in vari modi per migliorare l'esperienza turistica nei giardini storici. Ecco alcune idee su come sfruttare i droni in modo efficace:

FIGURA 39⁵³
Applicazioni dei droni per aumentare l'esperienza turistica nei giardini storici



Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

- **Visite aeree.** Offrire visite aeree guidate del giardino storico, consentendo ai visitatori di sperimentare una visione a volo d'uccello dell'intero paesaggio. I droni possono catturare filmati in diretta trasmessi su schermi o cuffie per la realtà virtuale, offrendo un'esperienza di visita coinvolgente e interattiva.

⁵³ Spazio TS2 (2023, 20 febbraio). *Droni per il turismo: Migliorare la sicurezza e la comunicazione per i viaggiatori* <https://bit.ly/3Qa4RiV>

Ilkhanizadeh S., Golabi M. e Rjoub H. (2020). L'uso potenziale dei droni per il turismo nelle crisi: A Facility Location Analysis Perspective. *Journal of Risk and Financial Management*, 13 (10) bit.ly/3O9Us4a

- **Esperienze di realtà virtuale (VR).** Creare esperienze di realtà virtuale che permettano ai visitatori di esplorare il giardino virtualmente attraverso immagini riprese da droni. Con le cuffie VR, i visitatori possono navigare tra le diverse sezioni del giardino, offrendo un'esperienza realistica e coinvolgente anche da remoto.
- **Mappe e applicazioni interattive, modelli 3D.** Integrate le riprese del drone in mappe interattive o applicazioni mobili dedicate al giardino storico. Gli utenti possono esplorare il giardino virtualmente, accedendo alle immagini riprese dal drone in punti specifici di interesse e ottenendo una comprensione completa della sua disposizione e delle sue caratteristiche. Utilizzare le immagini del drone per creare modelli 3D interattivi del giardino storico. Questi modelli possono essere inseriti in siti web o utilizzati in esperienze di realtà virtuale, consentendo agli spettatori di esplorare il giardino in modo realistico e coinvolgente.

FIGURA 40

Vista aerea da un drone dei giardini dell'Alhambra e del Generalife a Granada, Andalusia, Spagna



Shutterstock: Songquan Deng

- **Display interattivi presso i centri visitatori.** Creare display interattivi nei centri visitatori o nei chioschi informativi all'interno del giardino. Incorporare monitor touchscreen o tablet che permettano ai visitatori di esplorare immagini riprese da droni, fatti storici e contenuti multimediali sul significato del giardino.
- **Interpretazione didattica.** Utilizzare i droni per catturare immagini dettagliate di caratteristiche specifiche, elementi architettonici o manufatti storici all'interno del giardino. Incorporare queste immagini in esposizioni didattiche o interattive, per fornire ai visitatori una comprensione approfondita della storia, del design e del significato culturale del giardino.
- **Miglioramenti della realtà aumentata (AR).** Integrare la tecnologia della realtà aumentata nell'esperienza dei visitatori. Sovrapponendo immagini riprese da droni alle strutture fisiche o ai luoghi del giardino, i visitatori possono usare i loro smartphone o tablet per vedere come il giardino appariva in passato o per rivelare dettagli nascosti e informazioni storiche.

- **Presentazioni multimediali.** Creare presentazioni multimediali che incorporino filmati di droni, narrazioni storiche e racconti. Queste presentazioni possono essere proiettate nei centri visitatori, nei teatri o all'aperto, offrendo ai visitatori un'esperienza visivamente coinvolgente e informativa che fa rivivere la storia del giardino.

FIGURA 41
Una visitatrice del museo sta guardando una mappa interattiva



Fonte: Shutterstock, Albina Matveytseva

- **Integrazione con i social media.** Potete offrirvi di fotografare i visitatori di un giardino storico con un drone e incoraggiare i visitatori a condividere le loro foto e i loro video sui social media utilizzando hashtag specifici o tag di geolocalizzazione. Questi contenuti generati dagli utenti possono creare un senso di comunità e di eccitazione, mostrando prospettive diverse del giardino e incoraggiando altri a visitarlo.
- **Materiale turistico con riprese da drone.** I turisti che vengono a visitare un luogo amano portarne un pezzo a casa loro. Creare materiali per i turisti con immagini mozzafiato da droni come cartoline, magneti, opuscoli, libri, poster, tote bag, ecc.
- **Guide all'esplorazione dei giardini.** Sviluppare guide all'esplorazione assistite da droni a cui i visitatori possono accedere tramite smartphone o tablet. Queste guide forniscono informazioni su specifiche caratteristiche del giardino o su tesori nascosti, guidando i visitatori nelle diverse aree utilizzando immagini o video catturati dal drone come riferimenti visivi.
- **Spettacoli di luce notturni.** Utilizzate droni dotati di luci LED per creare spettacoli di luce accattivanti sullo sfondo del giardino durante gli eventi serali o notturni. Le formazioni e gli schemi coreografici dei droni possono migliorare l'atmosfera magica e offrire ai visitatori un'esperienza memorabile.

Sfruttando i droni per migliorare l'esperienza turistica nei giardini storici, i visitatori possono interagire con i giardini in modi nuovi e coinvolgenti. Questi approcci innovativi consentono un'esplorazione più approfondita, un apprendimento interattivo e un maggiore apprezzamento del valore storico e culturale del giardino.

6.3 Usare i droni per promuovere i giardini storici

I droni possono essere utilizzati in vari modi efficaci per promuovere i giardini storici e generare interesse tra i potenziali visitatori. Nella figura 41 sono illustrati alcuni dei modi migliori per utilizzare i droni a scopo promozionale.

FIGURA 42⁵⁴

Applicazioni dei droni a scopo promozionale nei giardini storici



Fonte: Partner del progetto ERHG (2023)

- **Showreel aerei**

Creare showreel aerei accattivanti che mettano in evidenza le caratteristiche principali, i dettagli architettonici e la bellezza paesaggistica del giardino storico. Questi brevi video di grande impatto visivo possono essere condivisi su piattaforme di social media, siti web o durante eventi promozionali per dare agli spettatori un'idea del fascino del giardino e invogliarli a visitarlo.

- **Tour virtuali**

Sviluppare tour virtuali utilizzando filmati ripresi da droni, per consentire alle persone di esplorare il giardino comodamente da casa. Questi tour interattivi possono essere incorporati nei siti web o condivisi come esperienze a sé stanti, consentendo ai visitatori di navigare in diverse sezioni del giardino, visualizzare i punti di interesse storico e conoscere il suo significato culturale.

- **Impegno sui social media**

Utilizzare i droni per catturare e condividere immagini e video accattivanti sulle piattaforme dei social media. Pubblicare regolarmente contenuti di alta qualità che mostrino gli aspetti unici, la bellezza stagionale e il significato storico del giardino. Incoraggiate i contenuti generati dagli utenti con concorsi o sfide, invitando i visitatori a condividere le proprie foto e i propri video catturati con il drone utilizzando hashtag specifici.

- **Sito web e gallerie online**

Migliorare il sito web del giardino con sezioni o gallerie dedicate alle immagini riprese dai droni. Presentate foto aeree mozzafiato, mappe interattive e video coinvolgenti che offrano ai visitatori un'esperienza digitale completa del giardino. Mantenere i contenuti aggiornati e rinfrescati regolarmente per mantenere vivo l'interesse dei visitatori.

- **Materiale di marketing**

⁵⁴ Alaska Adventure Charters (2019, 4 ottobre). *Come i droni stanno emergendo come grande strumento di marketing per l'industria del turismo*. bit.ly/44UWz21

Incorporate le immagini riprese dai droni in brochure, volantini, poster e altri materiali di stampa. Utilizzate queste immagini come copertine o centrotavola accattivanti che catturano immediatamente l'attenzione e trasmettono la bellezza e l'unicità del giardino. Completate le immagini con descrizioni concise e coinvolgenti per stimolare la curiosità.

FIGURA 43

Una donna sta facendo un tour virtuale indossando una cuffia per la realtà virtuale



Fonte: Shutterstock, V_Lisovoy

- **Promozione di eventi**

Utilizzate le riprese con il drone per promuovere eventi speciali, festival o attività che si svolgono all'interno del giardino storico. Mostrate la portata e l'atmosfera degli eventi attraverso riprese aeree, catturando l'energia e l'eccitazione che i visitatori possono aspettarsi. In questo modo si crea un'atmosfera di entusiasmo e si incoraggia la partecipazione.

- **Collaborazioni con influencer**

Collaborate con fotografi di droni, blogger di viaggio o influencer specializzati nella promozione di destinazioni uniche. Invitateli a immortalare e condividere le loro esperienze nel giardino storico attraverso immagini catturate con il drone. I loro contenuti e i loro consensi possono contribuire a raggiungere un pubblico più vasto e a generare interesse per la visita del giardino.

- **Creazione di contenuti collaborativi**

Collaborare con registi, fotografi o creatori di contenuti locali per produrre progetti di collaborazione che mettano in luce la bellezza e il significato storico del giardino. Sviluppare in collaborazione narrazioni, cortometraggi o documentari visivamente avvincenti che mettano in luce le caratteristiche uniche e le storie del giardino.

- **Partnership con i media**

Collaborare con i media locali o nazionali per inserire le riprese effettuate con i droni in articoli, documentari o programmi televisivi. Queste collaborazioni possono far conoscere meglio il giardino e le sue offerte uniche, attirando visitatori e promuovendo l'interesse per la sua storia e la sua conservazione.

- **Promozione incrociata con le organizzazioni turistiche**

Collaborare con gli enti turistici locali, i siti web di viaggi o gli influencer del turismo per presentare il giardino storico come una destinazione da visitare assolutamente. Fornite loro l'accesso esclusivo a filmati ripresi con il drone, interviste o esperienze dietro le quinte, consentendo loro di presentare il giardino al proprio pubblico in modo efficace.

- **Mostre ed eventi**

Organizzare mostre o eventi che presentino immagini del giardino storico riprese da droni. Creare installazioni o esposizioni immersive che utilizzino grandi schermi o proiezioni per mostrare la bellezza e il significato storico del giardino da prospettive aeree. Queste esperienze possono attirare l'attenzione e generare interesse tra i visitatori.

Sfruttando le capacità dei droni a fini promozionali, i giardini storici possono raggiungere e coinvolgere efficacemente un vasto pubblico, mostrando la loro unicità e invitando i visitatori a sperimentare in prima persona la loro bellezza e il loro patrimonio.

7. Formazione del personale dei Giardini Storici e sviluppo delle competenze in materia di funzionamento e manutenzione dei droni

FIGURA 44
Un uomo si sta preparando per l'allenamento



Fonte: fizkes

Nelle pagine seguenti approfondiremo le competenze specifiche richieste, sottolineando l'importanza di ciascuna di esse nel contribuire al successo dell'implementazione della tecnologia dei droni nei giardini storici. Inoltre, esploreremo i vantaggi della formazione online, che offre opportunità di apprendimento flessibili, risorse accessibili e la libertà di imparare al proprio ritmo. Questa modalità di apprendimento permette al personale dei giardini di acquisire le competenze necessarie in modo efficace, consentendo loro di identificare le esigenze di manutenzione, monitorare i cambiamenti nel tempo e sviluppare strategie di conservazione per salvaguardare il patrimonio di questi preziosi giardini storici.

Per garantire il miglioramento continuo e lo sviluppo delle competenze, forniremo anche informazioni preziose su dove trovare risorse online pertinenti per l'ulteriore formazione. Scoprirete consigli e raccomandazioni su come affrontare al meglio l'apprendimento di queste nuove competenze online, rendendo il processo coinvolgente ed efficiente. Alla fine di questa sezione, sarete dotati delle conoscenze e degli strumenti necessari

per sfruttare al meglio la tecnologia dei droni per preservare e valorizzare la bellezza e il significato storico di questi giardini eccezionali.

7.1 Competenze per utilizzare con successo i droni nei giardini storici

Per sfruttare appieno il potenziale di questi strumenti aerei, il personale di giardinaggio deve possedere un insieme di competenze diverse che gli permettano di utilizzare efficacemente i droni per un'ampia gamma di applicazioni. Nel grafico seguente abbiamo identificato otto competenze essenziali che sono fondamentali per sfruttare le capacità dei droni.

FIGURA 45
Competenze essenziali per il personale del giardino per utilizzare con successo i droni



Fonte: Partner del progetto Telewander ApS (2023)

Le prime quattro competenze, ovvero "Conoscenza del software del drone", "Conoscenza dell'hardware del drone", "Pilotaggio del drone e pianificazione del volo" e "Controllo della documentazione", costituiscono i pilastri fondamentali per un utilizzo efficace dei droni. L'abilità di "Conservazione dei giardini storici attraverso i droni", uno dei punti focali di questo manuale, evidenzia il ruolo fondamentale dei droni nel preservare il significato storico e la bellezza di questi giardini. Inoltre, partiamo dal presupposto che il personale dei giardini storici possieda già conoscenze sulla "Cura della biodiversità nei giardini storici", un aspetto fondamentale per mantenere l'equilibrio ecologico di questi luoghi preziosi. Inoltre, le competenze di marketing e multimediali giocano un ruolo cruciale nello sfruttare la tecnologia dei droni per attirare più visitatori nei giardini.

La tabella 29 fornisce una descrizione completa e dettagliata delle competenze chiave che il personale dei giardini dovrebbe sviluppare per navigare con successo nel mondo della tecnologia dei droni. Ciascuna competenza rappresenta un aspetto cruciale dell'utilizzo dei droni, che contribuisce all'efficienza delle operazioni, all'analisi dei dati e alle strategie di conservazione di questi amati giardini storici. La comprensione dell'importanza di queste competenze consentirà al personale di prendere decisioni informate, ottimizzare le

capacità dei droni e svolgere un ruolo significativo nella conservazione del patrimonio e della bellezza di questi luoghi cari.

TABELLA 29
Descrizione delle competenze

Competenze	Descrizione	Importanza
Conoscenza del software per droni	Conoscenza del software per droni per la pianificazione dei voli, l'elaborazione delle immagini e la visualizzazione dei dati. Analisi dei dati raccolti per la manutenzione, il monitoraggio dei cambiamenti e le strategie di conservazione.	Essenziale per utilizzare efficacemente le capacità dei droni e prendere decisioni informate.
Conoscenza dell'hardware del drone	Conoscenza dei componenti hardware dei droni, delle funzionalità e delle tecniche di risoluzione dei problemi per la manutenzione di base e l'identificazione dei problemi.	Consente operazioni fluide con i droni e riduce i tempi di inattività dovuti a problemi tecnici.
Pilotaggio di droni e pianificazione del volo	Comprendere i principi, i limiti e i rischi del volo, pianificare percorsi di volo ottimali e mappare aree specifiche di interesse. Conoscenza delle condizioni meteorologiche, dei regolamenti dello spazio aereo, delle considerazioni legali ed etiche e della preparazione alle emergenze.	Garantisce operazioni sicure, conformi ed efficienti con i droni nel giardino storico.
Controllo della documentazione	Registrazione efficace dei voli dei droni, dei registri di manutenzione e dei risultati dell'analisi dei dati per ottenere registrazioni storiche accurate e riferimenti futuri.	Assicura l'organizzazione dei dati per l'analisi, il reporting e la conformità alle normative.
Editing multimediale	Capacità di utilizzare software di editing multimediale per migliorare e presentare immagini aeree e video in modo accattivante e informativo.	Contribuisce a creare contenuti coinvolgenti per vari scopi, tra cui presentazioni e marketing.
Marketing	Conoscenza di base del marketing per creare mezzi di comunicazione mirati al pubblico di riferimento.	Aiuta a promuovere le iniziative del giardino storico legate ai droni e a coinvolgere efficacemente i visitatori.
Cura della biodiversità nel giardino storico	Conoscenze sulla cura della biodiversità nel giardino storico.	Aiuta a integrare i dati dei droni con le pratiche di giardinaggio per migliorare gli sforzi di conservazione.
Conservazione e dei giardini storici attraverso i droni	Formazione su come i droni possono contribuire alla conservazione dei giardini storici.	Utilizzo di droni a scopo di conservazione e monitoraggio per proteggere il patrimonio del giardino.

Fonte: Partner del progetto Telewander ApS (2023)

7.2 Vantaggi della formazione online

La formazione online offre numerosi vantaggi al personale dei giardini storici che desidera sviluppare le proprie competenze in materia di funzionamento e manutenzione dei droni.

1. Economicamente vantaggioso: I programmi di formazione online sono spesso più convenienti rispetto alla formazione tradizionale in presenza. Questa economicità li rende accessibili alle organizzazioni con budget limitati, consentendo loro di offrire opportunità di formazione a un numero maggiore di membri del personale. Ad esempio, il materiale didattico online di Drone4HER è disponibile gratuitamente online.

2. Facile da scalare: I materiali di formazione online, come il programma Drone4HER, possono essere facilmente scalati e utilizzati in tutto il mondo. L'accessibilità delle piattaforme online consente al personale dei giardini storici, proveniente da luoghi e ambienti diversi, di accedere ai materiali di formazione e di sviluppare

le proprie competenze nel funzionamento e nella manutenzione dei droni. Questa scalabilità garantisce che un numero maggiore di membri del personale possa beneficiare delle risorse del programma e contribuire alla conservazione e alla gestione dei giardini storici a livello globale.

3. **Apprendimento flessibile:** I corsi online offrono flessibilità in termini di programmazione e ritmo. I membri del personale possono imparare a loro piacimento, consentendo loro di conciliare la formazione con le normali responsabilità lavorative. I moduli online, le esercitazioni video e i materiali didattici sono accessibili in qualsiasi momento e da qualsiasi luogo, consentendo al personale di apprendere al proprio ritmo e di rivedere i contenuti quando necessario. Questa flessibilità elimina la necessità per il personale di viaggiare o di partecipare a sessioni di formazione specifiche, rendendolo conveniente per coloro che lavorano in sedi remote o geograficamente disperse.

4. **Diverse opzioni di corso:** Il panorama dei corsi di formazione online offre un'ampia gamma di corsi e di risorse adatti a diversi livelli di competenza e ad aree specifiche del funzionamento e della manutenzione dei droni. I membri del personale possono scegliere programmi in linea con le loro esigenze, interessi e obiettivi di carriera. Per esempio, il corso Drone4HER offre moduli che coprono vari aspetti del funzionamento e della manutenzione dei droni, consentendo ai membri del personale di selezionare gli argomenti specifici più rilevanti per il loro ruolo nella gestione dei giardini storici.

5. **Apprendimento interattivo:** Molte piattaforme di formazione online incorporano elementi interattivi per migliorare il coinvolgimento e facilitare una comprensione completa della materia. Quiz, simulazioni e forum incoraggiano la partecipazione attiva e l'applicazione pratica delle conoscenze. I membri del personale possono partecipare a discussioni, condividere esperienze e imparare da altri nella comunità online. Il programma Drone4HER, ad esempio, include quiz interattivi ed esercizi pratici per rafforzare l'apprendimento e garantire un approccio pratico allo sviluppo delle competenze.

6. **Migliorare il curriculum:** I materiali di formazione online, come il programma Drone4HER, sono progettati per integrare la formazione che i membri del personale ricevono nei corsi di volo con i droni. Integrando la formazione online nel curriculum, i professionisti del giardinaggio storico possono migliorare le loro conoscenze e competenze in aree specifiche del funzionamento e della manutenzione dei droni.

Nel complesso, la formazione online è un'opzione molto vantaggiosa per il personale dei giardini storici, in quanto offre economicità, scalabilità, flessibilità, diverse opzioni di corso e apprendimento interattivo. Una rappresentazione esemplare è il corso online Drone4HER, che fornisce materiale formativo completo su vari aspetti delle operazioni con i droni, tra cui l'analisi dei dati, la privacy dei dati e le normative sui droni.

Per soddisfare l'esigenza di esperienza pratica nel pilotaggio dei droni, il personale del giardino può utilizzare in modo efficace simulatori di droni avanzati come il simulatore di volo DJI e il simulatore Liftoff. Questi simulatori offrono un ambiente immersivo e realistico, consentendo al personale di esercitarsi nelle abilità di pilotaggio, nelle manovre di volo, nella navigazione tra gli ostacoli e nelle risposte di emergenza senza mettere a rischio attrezzature costose o la sicurezza dei visitatori.

La combinazione di risorse online e simulatori di droni offre un approccio completo allo sviluppo delle competenze. Il personale dei giardini può acquisire conoscenze teoriche attraverso corsi online e ricevere allo stesso tempo una preziosa formazione pratica, garantendo una comprensione completa della tecnologia dei droni e delle sue applicazioni. Questo approccio consente al personale di prendere decisioni informate e di contribuire efficacemente alla conservazione e al progresso dei giardini storici.

7.3 Programmi di formazione e risorse disponibili

La tabella 30 presenta una raccolta di risorse preziose per migliorare le conoscenze e le competenze del personale dei giardini storici nel campo della tecnologia dei droni. Vengono presentati vari esempi di fonti di formazione online, webinar e workshop di settore, piattaforme di apprendimento collaborativo e risorse dei produttori di droni, tutti finalizzati a fornire al personale dei giardini approfondimenti e conoscenze pratiche relative al funzionamento e alla manutenzione dei droni.

TABELLA 30

Fonti ed esempi di formazione online per le operazioni con i droni dei giardini storici

Fonte	Descrizione	Esempi
--------------	--------------------	---------------

Piattaforme di formazione online	Piattaforme che offrono corsi sul funzionamento e la manutenzione dei droni.	<u>Accademia europea dei droni</u> : Offre un'ampia gamma di corsi relativi ai droni, tra cui pilotaggio, regolamenti e analisi dei dati. <u>Droni per l'Europa (D4EU)</u> : Offre corsi sulla tecnologia dei droni, sulla fotografia aerea e sul rilevamento per diverse applicazioni. <u>Udemy</u> : Offre vari corsi sui droni, tra cui pilotaggio, mappatura aerea, fotografia e videografia. <u>Coursera</u> : Offre corsi delle migliori università e istituzioni sulla tecnologia dei droni, la robotica aerea e l'analisi dei dati con i droni.
Webinar e workshop di settore:	Webinar e workshop ospitati da associazioni di settore e organizzazioni di conservazione.	<u>Webinar AUVSI</u> : Approfondimenti di esperti e indicazioni pratiche sulla tecnologia dei droni. <u>Associazione europea dei laboratori di telerilevamento (EARSeL)</u> : Organizza webinar sulle applicazioni dei droni nel monitoraggio ambientale e nel telerilevamento. <u>Inghilterra storica</u> : Offre workshop sull'uso dei droni per la conservazione dei giardini storici. <u>Conferenza D-site</u> : Conferenza internazionale sull'uso dei droni nel campo dei beni culturali.
Apprendimento collaborativo	Comunità e forum online per entrare in contatto con professionisti e condividere esperienze all'interno della comunità dei droni.	<u>Comunità DroneDeploy</u> , <u>Forum DJI</u> e <u>Reddit r/drones</u> : Spazi per gli appassionati e i professionisti dei droni per connettersi, condividere esperienze, porre domande e imparare gli uni dagli altri. <u>Forum europeo dei droni</u> : Una piattaforma per gli appassionati e i professionisti dei droni per connettersi, scambiare conoscenze e imparare gli uni dagli altri. <u>Gruppo Facebook della Comunità dei droni</u> : Permette lo scambio di conoscenze, la condivisione di risorse e la creazione di reti con esperti europei di droni.
Risorse dei produttori di droni	Risorse online, video istruttivi e manuali d'uso dei produttori di droni	<u>Risorse didattiche DJI</u> : Tutorial online, guide ai prodotti e suggerimenti per il funzionamento e la manutenzione dei droni. <u>Autel Robotics</u> : Offre risorse per la comprensione dei loro modelli di droni. - Parrot: Fornisce video didattici per i propri droni. <u>Yuneec</u> : Offre manuali d'uso per i loro specifici modelli di droni nel mercato europeo.

Fonte: Partner del progetto Telewander ApS (2023)

Queste risorse offrono una vasta gamma di corsi, webinar e comunità online che rispondono a diversi livelli di competenza e interessi all'interno dell'Unione Europea. Esplorando queste risorse, il personale dei giardini può rafforzare le proprie capacità, contribuire in modo più efficace alla conservazione del patrimonio e sfruttare appieno i vantaggi che la tecnologia dei droni apporta al mondo dei giardini storici.

7.4 Suggerimenti per un apprendimento online efficace

Con l'evolversi del panorama tecnologico e delle soluzioni, fornire al personale dei giardini storici un processo efficace per l'apprendimento online diventa essenziale. Per ottimizzare la loro esperienza di formazione, considerate i seguenti suggerimenti:

- **Rimanere aggiornati:** Incoraggiare il personale a tenersi informato sulle normative relative ai droni, sulle tendenze del settore e sui progressi tecnologici attraverso newsletter di settore e fonti online affidabili.
- **Stabilire obiettivi chiari:** Aiutate il personale a stabilire obiettivi di apprendimento specifici, come la certificazione di pilota di droni o la padronanza delle tecniche di mappatura aerea, e suddivideteli in tappe fondamentali per monitorare i progressi.
- **Creare un programma di apprendimento strutturato:** Dedicate del tempo alla formazione online, stabilite delle tappe e utilizzate promemoria o applicazioni di pianificazione per garantire la coerenza.

- Impegnarsi nell'applicazione pratica: Incoraggiare il personale a fare pratica con i droni in ambienti controllati, a collaborare a progetti pilota e a partecipare a esercitazioni sul campo per consolidare le proprie competenze.
- Cercare feedback e collaborazione: Incoraggiare la ricerca di feedback da parte di colleghi, supervisori e professionisti esperti attraverso forum di discussione online e gruppi di social media incentrati sulla gestione dei droni e dei giardini storici.
- Mantenere la disciplina e la motivazione: Ricordare al personale l'importanza della formazione, celebrare le tappe fondamentali e fissare obiettivi personali o premi per mantenere la motivazione.

Creare reti e partecipare a eventi virtuali: Incoraggiare la partecipazione a eventi virtuali, conferenze o webinar relativi ai droni e alla gestione dei giardini storici per fare rete ed esporre nuove idee e migliori pratiche.

8. Conclusion

Il presente manuale esamina l'integrazione della tecnologia dei droni per la manutenzione e la gestione dei giardini storici, offrendo una ricchezza di conoscenze e spunti pratici per i giardinieri e i gestori dei giardini storici. Con una forte attenzione alle sfide uniche affrontate nella conservazione di questi paesaggi culturalmente significativi, il manuale presenta i droni come potenti strumenti per superare tali ostacoli. Partendo dalla conoscenza dei droni, il manuale esplora le loro diverse applicazioni, tra cui la raccolta di dati, la termografia, la fotogrammetria, l'agricoltura di precisione e il marketing. Ponendo l'accento su sicurezza, conformità e formazione del personale, il manuale fornisce ai lettori le linee guida e le risorse essenziali per garantire il successo delle operazioni con i droni nei giardini storici.

L'uso dei droni nei giardini storici ha una serie di conseguenze importanti e positive, che aprono la strada a una nuova era di conservazione e gestione. Uno dei vantaggi significativi risiede nell'efficienza e nell'accuratezza della raccolta dei dati. I droni consentono di acquisire fotografie aeree dettagliate e immagini termiche, permettendo ai custodi di identificare problemi strutturali nascosti, monitorare la salute della vegetazione e rilevare potenziali pericoli. Questi dati migliorati consentono di prendere decisioni informate, portando a interventi tempestivi e a una manutenzione mirata, salvaguardando in ultima analisi l'integrità storica del giardino e riducendo il rischio di danni irreversibili. Inoltre, l'applicazione di tecniche di agricoltura di precisione tramite droni ottimizza l'uso dell'acqua, riduce al minimo l'applicazione di pesticidi e migliora la salute delle piante, favorendo un approccio sostenibile ed ecologico al giardinaggio. Inoltre, l'uso dei droni migliora gli sforzi di marketing, affascinando i visitatori con viste aeree mozzafiato ed esperienze coinvolgenti, invogliandoli a esplorare e apprezzare il fascino unico del giardino. L'adozione della tecnologia dei droni nei giardini storici non solo facilita l'efficienza delle operazioni, ma promuove anche un maggiore coinvolgimento del pubblico, assicurando che questi paesaggi preziosi continuino a essere amati, protetti e celebrati per le generazioni a venire.

Adottando i droni, possiamo rivoluzionare il modo in cui affrontiamo le sfide, snelliamo le attività di manutenzione e miglioriamo l'esperienza complessiva del giardino. Prendiamo l'iniziativa di sviluppare nuovi ruoli e competenze, consentendo ai nostri team di utilizzare i droni per voli di mappatura, ispezioni termografiche, fotogrammetria e agricoltura di precisione. Rispettando le linee guida per un uso sicuro ed efficace dei droni, garantiamo una perfetta integrazione nelle nostre strategie di conservazione. Con i droni come alleati, possiamo intraprendere un viaggio di monitoraggio dell'acqua, valutazione della salute, gestione del rischio e identificazione della manutenzione come mai prima d'ora.

Inoltre, abbracciando questa tecnologia innovativa, apriamo nuovi orizzonti per il marketing e il miglioramento dell'esperienza turistica, invitando i visitatori a esplorare e apprezzare la magnificenza dei nostri giardini storici. Grazie alla tecnologia dei droni, possiamo colmare il divario tra passato e presente, preservando il patrimonio e la bellezza di questi paesaggi senza tempo e adottando al contempo un approccio sostenibile e lungimirante. Oggi lanciamo un forte appello all'azione: cogliete l'opportunità, abbracciate la tecnologia dei droni e iniziate a trasformare i nostri giardini storici in paradisi sostenibili del patrimonio culturale e della bellezza naturale. Insieme, forgiamo un'eredità che resista alla prova del tempo, ispirando le generazioni a custodire e proteggere questi paesaggi inestimabili per i secoli a venire. Agendo oggi, garantiamo che i nostri giardini storici continuino a prosperare come testimonianze viventi della storia, della cultura e dello splendore della natura.

Elenco degli acronimi

AENA - Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AR - Realtà aumentata
CEDEFOP - Centro europeo per lo sviluppo della formazione professionale
CFD - Dinamica del fluido computazionale
DEM - Modelli digitali di elevazione
DSM - Modelli digitali di superficie
DTM - Modelli digitali del terreno
EASA - Agenzia europea per la sicurezza aerea
ERHG - Percorso europeo dei giardini storici
FPS - fotogrammi al secondo
FPV - Vista in prima persona
GIS - Sistema informativo geografico
GLONASS - Sistema globale di navigazione satellitare
GNSS - Sistema globale di navigazione satellitare
GPS - Sistema di posizionamento globale
HDR - Alta gamma dinamica
TIC - Tecnologia dell'informazione e della comunicazione
IPM - Gestione integrata dei parassiti
IR - Radiazione infrarossa
IRT - Termografia a infrarossi
ISO - International Standards Organization, è la sensibilità alla luce della pellicola o del sensore digitale.
LAS - File LASer
LED - Diodo a emissione luminosa
LiDAR - Rilevamento della luce e telemetria
NAA - Autorità nazionale dell'aviazione
ND - Filtro a densità neutra
NIR - Ampio vicino all'infrarosso
RAW - formato di file utilizzato per salvare le immagini non elaborate e non compresse di una fotocamera.
RGB - Rosso, verde e blu
RPAS - Sistema aeronautico a pilotaggio remoto
RS - Telerilevamento
SfM - Fotogrammetria strutturale dal movimento
SIT - La tecnica dell'insetto sterile
STC - Sviluppo Turistico Collodi s.r.l.
UAS - Sistema aereo senza pilota
UAV - Veicolo aereo senza pilota
UDP - Periodo di luce diurna uniforme
UV - Ultravioletto
VR - Realtà virtuale
2D - bidimensionale
3D - Tridimensionale
4K, 5.2K o 6K - risoluzioni orizzontali di circa 4.000, 5.200 o 6.000 pixel, rispettivamente