



**Manutenzione senza impalcature e controllo dei danni per tetti di
fabbriche e aree di impianti industriali**

CENTRO RISORSE FLIGHT

Darica İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü



KOCAELİ - DARICA
İLÇE MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ



**Co-funded by
the European Union**

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Sommario

Sommario	2
1. INTRODUZIONE	4
2. DESTINATARI	5
3. SETTORE DI APPLICAZIONE	5
4. TIPO	5
5. DRONE UTILIZZATO	5
6. DURATA	5
7. OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO	5
8. COMPETENZE CHIAVE SVILUPPATE	6
1. Comunicazione e lingue	6
2. Competenze matematiche, scientifiche, tecniche e professionali	6
3. Competenze digitali	6
4. Competenze personali, sociali e professionali	6
5. Sicurezza, qualità e sostenibilità	7
6. Cittadinanza e competenza culturale.....	7
7. Creatività, capacità di risoluzione dei problemi e spirito imprenditoriale	7
8. Apprendimento basato sul lavoro e integrazione nel mondo del lavoro	7
9. PREREQUISITI	7
10. SCHEMA DELLA LEZIONE.....	8
Fase 1 – Introduzione (Coinvolgimento e Contestualizzazione).....	8
Fase 2 – Esplorazione (Indagine e Confronto).....	9
Fase 3 – Applicazione (Esercitazioni pratiche)	10
Fase 4 – Riflessione e Consolidamento (Presentazione)	11



11.	CRITERI DI VALUTAZIONE	11
12.	MATERIALI DIDATTICI	12
13.	RISORSE ESTERNE	12
14.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	13



1. INTRODUZIONE

Questo progetto si concentra sullo sviluppo di un approccio di ispezione e monitoraggio assistito da droni per i tetti delle fabbriche e le aree degli impianti industriali senza la necessità di impalcature, scale o accesso umano diretto alle zone pericolose. Il sistema sfrutta le funzionalità avanzate di imaging e zoom digitale ad alta risoluzione del DJI Mini 4 Pro per ispezionare in sicurezza le strutture del tetto, i sistemi di drenaggio e le superfici industriali esterne da una distanza di sicurezza.

In molti impianti industriali, le ispezioni di routine dei tetti sono difficili, richiedono molto tempo, sono costose e potenzialmente pericolose a causa dell'altezza e della complessità strutturale degli edifici di produzione. I metodi di ispezione tradizionali spesso richiedono sistemi di impalcature, piattaforme di lavoro elevate o arrampicate manuali, che aumentano i tempi di inattività operativa e i rischi per la sicurezza sul lavoro. Inoltre, problemi inosservati come grondaie intasate, accumulo di acqua, corrosione, guasti di isolamento o piccole crepe superficiali possono portare a danni strutturali significativi, perdita di energia, malfunzionamento delle apparecchiature e costosi processi di manutenzione nel tempo.

La soluzione proposta basata sui droni mira a fornire un'alternativa più rapida, sicura ed efficiente per la manutenzione preventiva e le operazioni di valutazione dei danni. Utilizzando immagini aeree di alta qualità, analisi visive supportate da zoom e capacità di volo stabili, il drone è in grado di catturare fotografie e video dettagliati di sezioni critiche del tetto, canali di drenaggio, unità di ventilazione, ambienti circostanti i pannelli solari e aree industriali difficili da raggiungere. I dati visivi raccolti possono quindi essere esaminati dal personale addetto alla manutenzione per identificare i difetti in fase iniziale e stabilire le priorità delle attività di riparazione prima che si verifichino guasti gravi.

Il progetto sostiene inoltre gli obiettivi di salute e sicurezza sul lavoro riducendo al minimo la necessità per i lavoratori di accedere fisicamente ad altezze pericolose. Inoltre, il sistema può ridurre i tempi di ispezione, i costi di manodopera e le interruzioni della produzione migliorando al tempo stesso la precisione e la frequenza dei controlli di manutenzione.

Questo approccio può essere adattato per l'uso in fabbriche, magazzini, centri logistici, impianti di produzione, impianti energetici e altri ambienti industriali su larga scala. Integrando la moderna tecnologia dei droni nei flussi di lavoro di manutenzione industriale, il progetto contribuisce a una gestione più sicura delle infrastrutture, a pratiche di manutenzione più sostenibili e a una maggiore efficienza operativa nei settori industriali.



2. DESTINATARI

- ☐ 15
- ☐ 16
- ☐ 17
- ☐ 18
- ✓ Oltre 18 anni

3. SETTORE DI APPLICAZIONE

- ☐ Agricoltura
- ☐ Risposta alle emergenze
- ✓ Costruzioni
- ☐ Gestione delle acque
- ☐ Protezione ambientale
- ✓ Altro — Sistemi di conservazione e monitoraggio intelligenti del patrimonio culturale

4. TIPO

- ☐ Piano di lezione
- ✓ Progetto

5. DRONE UTILIZZATO

- ☐ Drone Personalizzato
- ✓ Drone Commerciale (DJI)

6. DURATA

- ☐ 1 lezione da 45 minuti
- ☐ 1 lezione da 60 minuti
- ☐ 1 blocco da 90 minuti
- ☐ 2 lezioni da 45 minuti
- ☐ 2 lezioni da 60 minuti
- ✓ Doppia sessione (2 × 60 minuti) con compiti a casa facoltativi basati su progetti.

7. OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

O1: Gli studenti impareranno come le tecnologie dei droni possono essere integrate in modo sicuro nei processi di manutenzione industriale e di ispezione dei tetti per rilevare



**Co-funded by
the European Union**

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

problemi strutturali quali corrosione, grondaie intasate, difetti di isolamento e rischi di perdite d'acqua senza richiedere impalcature o accesso umano diretto.

O2: Gli studenti svilupperanno competenze pratiche nell'osservazione aerea, nell'imaging digitale, nella valutazione del rischio e nella pianificazione della manutenzione preventiva analizzando i dati di ispezione del tetto raccolti tramite telecamere per droni ad alta risoluzione e tecnologie di zoom digitale.

O3: Gli studenti miglioreranno la loro comprensione dei principi di salute e sicurezza sul lavoro (OHS) identificando i rischi associati alle tradizionali ispezioni dei tetti e confrontandoli con metodi di ispezione più sicuri supportati da droni.

O4: Gli studenti rafforzeranno il lavoro di squadra, la rendicontazione tecnica e le capacità di risoluzione dei problemi valutando in modo collaborativo i risultati delle ispezioni e proponendo soluzioni di manutenzione per gli ambienti degli impianti industriali.

8. COMPETENZE CHIAVE SVILUPPATE

1. Comunicazione e lingue

- ✓ Competenza di alfabetizzazione (comprensione e produzione di testi scritti/orali)
- ✓ La comunicazione in contesti professionali
- ☐ Competenza multilingue

2. Competenze matematiche, scientifiche, tecniche e professionali

- ☐ Competenza matematica
- ✓ Competenza scientifica, tecnologica e ingegneristica (STEM)
- ☐ Competenze numeriche applicate ai compiti lavorativi
- ✓ Interpretazione di informazioni tecniche (manuali, diagrammi, norme)
- ✓ Competenze professionali/tecniche
- ✓ Esecuzione di compiti pratici

3. Competenze digitali

- ✓ Competenza digitale (alfabetizzazione digitale generale)
- ✓ Utilizzo di strumenti digitali in ambito lavorativo

4. Competenze personali, sociali e professionali

- ☐ Competenza personale, sociale e di apprendimento
- ✓ Lavoro di squadra e collaborazione
- ✓ Autonomia e responsabilità
- ✓ Etica del lavoro e comportamento professionale
- ✓ Adattabilità e flessibilità
- ☐ Collaborazione con supervisori e colleghi



5. Sicurezza, qualità e sostenibilità

- ✓ Applicazione delle norme in materia di salute e sicurezza (OHS/SST)
- ✓ Procedure di qualità e norme sul luogo di lavoro
- ✓ Consapevolezza ambientale e di sostenibilità

6. Cittadinanza e competenza culturale

- ☐ Competenza di cittadinanza
- ☐ Consapevolezza culturale e competenza espressiva

7. Creatività, capacità di risoluzione dei problemi e spirito imprenditoriale

- ✓ Risoluzione dei problemi e pensiero critico
- ☐ Competenza imprenditoriale
- ✓ Iniziativa e creatività
- ✓ Il processo decisionale in situazioni lavorative reali

8. Apprendimento basato sul lavoro e integrazione nel mondo del lavoro

- ✓ Integrazione nelle routine lavorative
- ✓ Seguendo le istruzioni e le procedure professionali
- ✓ Utilizzo di strumenti, attrezzature e tecnologie

Questa lista di controllo unisce le competenze chiave dell'UE per l'apprendimento permanente con le competenze fondamentali previste nell'istruzione e formazione professionale europea (IFP).

9. PREREQUISITI

-I partecipanti dovrebbero possedere competenze di alfabetizzazione digitale di base e una comprensione generale dei principi di sicurezza sul lavoro. L'esperienza pregressa con i droni non è obbligatoria; tuttavia, la familiarità con le operazioni di base dei droni, con l'uso delle telecamere o con gli ambienti industriali può supportare il processo di apprendimento.

-Ci si aspetta che gli studenti comprendano concetti semplici relativi alle strutture edilizie, ai sistemi di tetti, alla corrosione, all'isolamento e alla terminologia di manutenzione.

-Prima di iniziare l'attività, gli studenti dovrebbero essere introdotti a:

- Procedure fondamentali di sicurezza dei droni e normative di volo locali,
- Pratiche di base di salute e sicurezza sul lavoro per gli ambienti industriali,
- Introduzione alla fotografia aerea e alle funzioni dello zoom digitale,
- Interpretazione di base dei risultati dell'ispezione visiva, quali crepe, corrosione, accumulo di acqua o sistemi di drenaggio bloccati.



-I partecipanti dovrebbero inoltre essere in grado di lavorare in modo collaborativo in team, prendere appunti osservativi e discutere i risultati tecnici durante le attività di gruppo.

10. SCHEMA DELLA LEZIONE

Fase 1 – Introduzione (Coinvolgimento e Contestualizzazione)

Descrizione: La lezione inizia con un'introduzione ai comuni problemi di manutenzione osservati nei tetti delle fabbriche e negli impianti industriali, tra cui grondaie intasate, corrosione, guasti di isolamento, perdite d'acqua e aree inaccessibili sui tetti. Gli studenti spiegano perché le ispezioni tradizionali dei tetti possono essere pericolose, costose e richiedere molto tempo.

L'istruttore presenta i sistemi di ispezione assistiti da droni come un'alternativa più sicura ed efficiente. Vengono spiegate le capacità del DJI Mini 4 Pro, concentrandosi su immagini ad alta risoluzione, zoom digitale, sistemi di volo stabili e osservazione a distanza di sicurezza.

Agli studenti vengono mostrati esempi di scenari di ispezione dei tetti industriali e sono incoraggiati ad analizzare come i droni possono ridurre i rischi professionali migliorando al tempo stesso la qualità della manutenzione.

Video: Panoramica ufficiale di DJI Mini 4 Pro

<https://www.dji.com/global/mini-4-pro>

Foto/Diagramma:



Co-funded by
the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Domande guida / Discussione in classe:

- Perché le ispezioni dei tetti industriali sono considerate attività ad alto rischio?
- Quali problemi possono verificarsi se la manutenzione del tetto viene ritardata?
- In che modo i droni possono migliorare la sicurezza sul lavoro?
- Quali sono i vantaggi dello zoom digitale durante le ispezioni?

Fase 2 – Esplorazione (Indagine e Confronto)

Descrizione: Gli studenti esaminano esempi di difetti dei tetti industriali catturati attraverso immagini di droni. Confrontano i metodi di ispezione tradizionali con gli approcci supportati dai droni in termini di sicurezza, costi, efficienza, accessibilità e impatto ambientale.

L'istruttore spiega come vengono raccolti e interpretati i dati delle ispezioni visive. Gli studenti analizzano le immagini che mostrano corrosione, sistemi di drenaggio bloccati, materiali isolanti crepati e danni alle attrezzature del tetto.

I team discutono di come la manutenzione preventiva supportata dalle tecnologie dei droni possa ridurre i tempi di inattività operativa e i costi di riparazione a lungo termine.

Video: Visione artificiale e sistemi di rilevamento delle crepe nel monitoraggio delle infrastrutture

<https://www.youtube.com/watch?v=8mVhWlxG8gY>

Foto/Diagramma:

Domande guida / Discussione in classe:

- Quali difetti del tetto sono più facili da rilevare utilizzando i droni?



**Co-funded by
the European Union**

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

- Quali limitazioni possono esistere durante le ispezioni aeree?
- In che modo la manutenzione preventiva contribuisce alla sostenibilità?

Breve lettura o infografica:

Gli studenti esaminano una breve infografica che riassume:

- Difetti comuni dei tetti industriali,
- Flusso di lavoro di ispezione dei droni,
- Vantaggi per la sicurezza sul lavoro,
- Processo di rendicontazione della manutenzione.

Attività di lavoro di gruppo:

I gruppi analizzano le fotografie di ispezione campione e preparano un breve rapporto sulle priorità di manutenzione identificando:

- Livello di rischio,
- Possibili cause,
- Azioni di riparazione consigliate,
- Problemi di sicurezza.

Fase 3 – Applicazione (Esercitazioni pratiche)

Attività pratica: gli studenti partecipano a un'esercitazione di ispezione con droni simulata o reale. Sotto la supervisione di un istruttore, i team utilizzano o osservano il drone mentre ispezionano un'area designata sul tetto, un modello di addestramento o un ambiente di simulazione industriale.

L'attività comprende:

- Controlli di sicurezza pre-volo,
- Pianificazione della rotta di volo,
- Acquisizione di foto e video aerei,
- Utilizzo dello zoom digitale per un'ispezione dettagliata,
- Identificazione di problemi di manutenzione visibili,
- Preparazione della documentazione di ispezione.

Gli studenti registrano le loro osservazioni e classificano i difetti rilevati in base all'urgenza e all'impatto sulla sicurezza.

Video: Dimostrazione di ispezione del tetto con drone

<https://www.youtube.com/watch?v=3j0mP9L4YwA>

Foto/Diagramma:

**Co-funded by
the European Union**

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Fase 4 – Riflessione e Consolidamento (Presentazione)

Presentazioni di gruppo:

Ogni gruppo presenta:

- Problemi di manutenzione rilevati,
- Risultati dell'ispezione,
- Priorità di riparazione proposte,
- Raccomandazioni di sicurezza,
- Vantaggi delle ispezioni assistite da droni.

Discussione in classe:

Gli studenti discutono:

- Il ruolo futuro dei droni nella manutenzione industriale,
- Considerazioni etiche e legali nelle operazioni con i droni,
- Sfide nell'implementazione di sistemi di ispezione basati su droni.

Attività di riflessione:

Gli studenti completano un breve esercizio di riflessione rispondendo:

- Qual è stato il vantaggio più importante delle ispezioni con i droni?
- Quali competenze tecniche hanno migliorato?
- In che modo le tecnologie dei droni possono contribuire a rendere i luoghi di lavoro più sicuri?

11. CRITERI DI VALUTAZIONE

Quiz con domande chiuse o aperte:

Gli studenti rispondono a domande relative a:

- Procedure di sicurezza dei droni,
- Principi di ispezione del tetto,



**Co-funded by
the European Union**

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

- Sicurezza sul lavoro,
- Metodi di identificazione dei difetti,
- Concetti di manutenzione preventiva.

Strumenti di autovalutazione per la riflessione individuale; gli studenti valutano:

- La loro partecipazione,
- Comprensione tecnica,
- Collaborazione di squadra,
- Fiducia nell'interpretazione dei dati delle ispezioni.

Protocolli di revisione paritaria per la valutazione collaborativa: i gruppi si forniscono feedback a vicenda in merito:

- Precisione dell'ispezione,
- Qualità del reporting,
- Approcci alla risoluzione dei problemi,
- Efficacia della presentazione.

Portfolio con risultati selezionati o documentazione del processo di apprendimento: gli studenti preparano un portfolio che include:

- Fotografie di ispezione,
- Note di osservazione,
- Rapporti di manutenzione,
- Riepiloghi delle riflessioni,
- Materiali di presentazione del team.

12. MATERIALI DIDATTICI

1-

Risorse	Link
Pagina ufficiale di DJI Mini 4 Pro	https://www.dji.com/global/mini-4-pro
Nozioni di base sull'ispezione dei droni industriali	https://enterprise.dji.com/inspection
Informazioni sulla sicurezza sul lavoro	https://osha.europa.eu/en

2- Kit di VOLO (componenti personalizzati per droni) utilizzato:

- BME680 – Temperatura, umidità, pressione, COV
- Sensore laser PM2.5 – particolato
- Sensore gas MQ7 – rilevamento CO
- GUV A-S12SD – Intensità UV

13. RISORSE ESTERNE



**Co-funded by
the European Union**

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Risorse	Link
Soluzioni di ispezione aziendale DJI	https://enterprise.dji.com
Agenzia dell'Unione europea per la sicurezza aerea	https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones
Linee guida OSHA sulla sicurezza dei tetti	https://www.osha.gov

14. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. DJI Official Website
2. European Agency for Safety and Health at Work
3. European Union Aviation Safety Agency (EASA)
4. Industrial drone inspection case studies and occupational safety publications related to preventive maintenance practices.

