



Produzione di un Digital twin 3D (fotogrammetria) di monumenti storici e manufatti archeologici

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	4
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	6
6. Cittadinanza e competenza culturale.....	6
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.....	7
Fase 1 – Introduzione (Coinvolgimento e Contestualizzazione).....	7
Fase 2 – Esplorazione (Indagine e Confronto).....	8
Fase 3 – Applicazione (Esercitazioni pratiche)	9
Fase 4 – Riflessione e Consolidamento (Presentazione)	10



11.	CRITERI DI VALUTAZIONE.....	10
12.	MATERIALI DIDATTICI	11
13.	RISORSE ESTERNE.....	11
14.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	12



1. INTRODUZIONE

Questo progetto mira a creare un gemello digitale 3D di alta qualità di monumenti storici o manufatti archeologici utilizzando il drone DJI Mini 4 Pro e il software di fotogrammetria open source. L'obiettivo principale è preservare digitalmente gli elementi del patrimonio culturale generando modelli 3D accurati e realistici attraverso tecniche di elaborazione delle immagini aeree.

Nel progetto, il drone esegue voli circolari manuali o autonomi attorno a una struttura storica all'aperto, come una statua, un monumento, una rovina o un resto archeologico. Durante il volo vengono scattate fotografie ad alta risoluzione con una sovrapposizione di circa il 70–80% per garantire una ricostruzione fotogrammetrica di successo. Per raccogliere dati visivi dettagliati da tutti i lati dell'oggetto vengono utilizzate diverse altezze di volo e angolazioni della telecamera.

Dopo la fase di acquisizione delle immagini, le fotografie raccolte vengono elaborate utilizzando software open source come Meshroom, OpenDroneMap, COLMAP, Blender o CloudCompare. Il software analizza i punti comuni tra le immagini, calcola le posizioni delle telecamere e genera nuvole di punti sparse e dense. Queste nuvole di punti vengono poi convertite in modelli mesh 3D strutturati che rappresentano l'esatta geometria e i dettagli superficiali del manufatto storico.

Il gemello digitale risultante può essere utilizzato per la conservazione del patrimonio culturale, l'analisi archeologica, la pianificazione del restauro, i musei virtuali, il turismo e per scopi didattici. I modelli 3D generati forniscono anche archivi digitali a lungo termine contro rischi quali erosione, disastri naturali, vandalismo e degrado ambientale.

Rispetto ai tradizionali sistemi di scansione laser, la fotogrammetria basata su droni offre una soluzione più economica, portatile e accessibile, pur mantenendo elevati livelli di precisione. Il progetto sostiene inoltre l'apprendimento interdisciplinare combinando tecnologia dei droni, visione artificiale, modellazione digitale, archeologia e conservazione del patrimonio.

In definitiva, il progetto dimostra come le tecnologie UAV e gli strumenti di fotogrammetria open source possano contribuire alla conservazione sostenibile e alla documentazione digitale del patrimonio storico e culturale dell'umanità.

2. DESTINATARI

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



**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.

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 comprenderanno i principi della fotogrammetria basata su droni e come le fotografie aeree sovrapposte vengono utilizzate per generare modelli digitali 3D accurati di monumenti storici e manufatti archeologici.

O2: Gli studenti svilupperanno competenze pratiche nella pianificazione del volo dei droni, nell'acquisizione di immagini aeree e nell'uso di software di fotogrammetria open source per la creazione di modelli mesh 3D strutturati e nuvole di punti.

O3: Gli studenti analizzeranno l'importanza della conservazione del patrimonio digitale e valuteranno come le tecnologie UAV possono supportare il restauro, il turismo, l'istruzione e la documentazione archeologica.



O4: Gli studenti miglioreranno il lavoro di squadra, la risoluzione dei problemi e le competenze di alfabetizzazione digitale completando attività collaborative sul campo e di elaborazione dati.

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

Gli studenti devono avere conoscenze di base delle tecnologie digitali, dell'uso del computer e della gestione dei file. Si raccomanda, ma non è obbligatorio, avere familiarità con i droni e con le norme fondamentali di sicurezza del volo. I partecipanti devono comprendere concetti fotografici elementari come l'inquadratura delle immagini, l'illuminazione e la messa a fuoco. Una conoscenza di base del patrimonio culturale e dell'archeologia aiuterà gli studenti a comprendere meglio l'importanza della conservazione digitale. Gli studenti dovrebbero inoltre essere in grado di lavorare in modo collaborativo in gruppo e di seguire le istruzioni tecniche durante le attività sul campo e le fasi di elaborazione del software.

10. SCHEMA DELLA LEZIONE

Fase 1 – Introduzione (Coinvolgimento e Contestualizzazione)

Descrizione: L'istruttore introduce il concetto di gemelli digitali e spiega come la fotogrammetria basata su droni viene utilizzata nella conservazione del patrimonio culturale. Vengono presentati esempi di monumenti scansati in 3D, siti archeologici e musei virtuali. Gli studenti discutono del motivo per cui i monumenti storici necessitano di documentazione digitale e di come la tecnologia possa proteggere il patrimonio culturale per le generazioni future.

Video: Fotogrammetria - Scansione 3D solo con il telefono/fotocamera

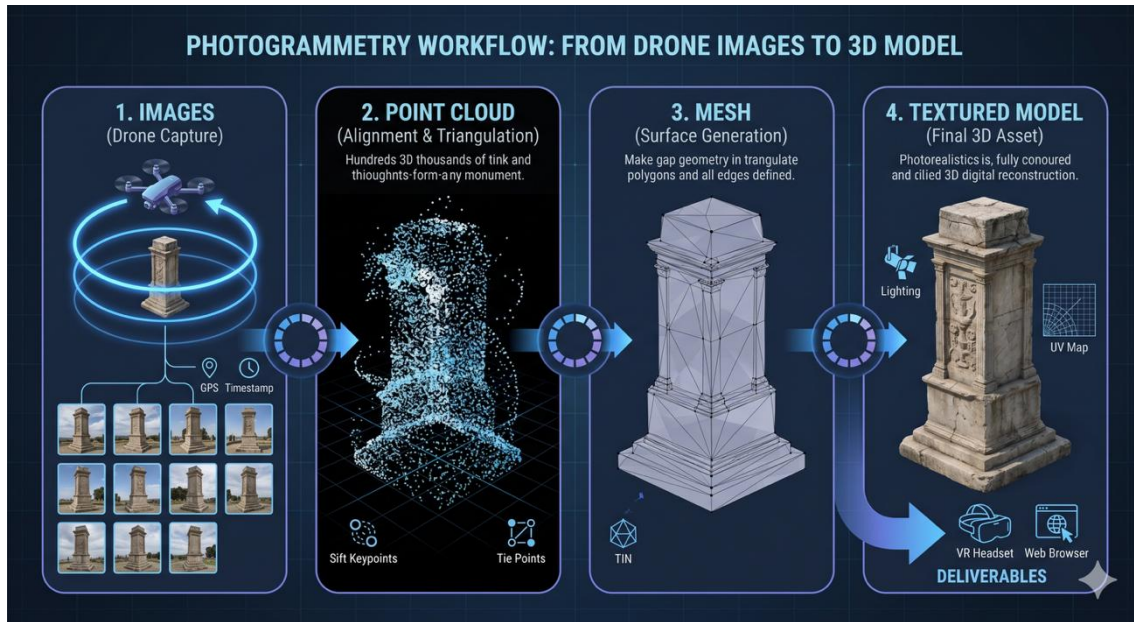
<https://www.youtube.com/watch?v=ye-C-OOFsX8>

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 la conservazione del patrimonio culturale è importante?
- Quali vantaggi offrono i droni nella documentazione archeologica?
- In che modo la fotogrammetria converte le fotografie in modelli 3D?

Fase 2 – Esplorazione (Indagine e Confronto)

Descrizione: Gli studenti esaminano immagini campione di droni con diversi rapporti di sovrapposizione e confrontano i risultati della fotogrammetria riusciti e non riusciti. L'istruttore spiega la pianificazione del volo, la sovrapposizione delle immagini, le angolazioni della telecamera e le condizioni di illuminazione. Gli studenti esplorano le interfacce software di fotogrammetria open source e osservano come vengono generate nuvole di punti e modelli mesh.

Video: la scansione 3D con solo TELEFONO/FOTOCAMERA è più semplice che mai.
<https://www.youtube.com/watch?v=8mVhWlxG8gY>

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 la sovrapposizione delle immagini è fondamentale in fotogrammetria?
- Quali fattori ambientali influiscono sulla qualità della ricostruzione?
- In che modo i droni possono migliorare l'accessibilità ai siti storici?

Breve lettura o infografica: infografica che spiega il flusso di lavoro della fotogrammetria e le fasi di ricostruzione 3D.

Attività di lavoro di gruppo:

Gli studenti analizzano diversi piani di volo e determinano la strategia migliore per documentare una statua storica o un resto archeologico.

Fase 3 – Applicazione (Esercitazioni pratiche)

Attività pratica:

Gli studenti conducono una missione supervisionata con droni attorno a un monumento o oggetto all'aperto selezionato. Utilizzando il DJI Mini 4 Pro, catturano fotografie sovrapposte attraverso schemi di volo circolari. Dopo il volo, gli studenti trasferiscono le immagini sui computer e le elaborano utilizzando software open source come Meshroom o OpenDroneMap. Ogni gruppo genera un modello 3D strutturato di base e valuta la qualità della ricostruzione.

Video: immagine-video del drone per puntare i modelli Cloud-Mesh-3D

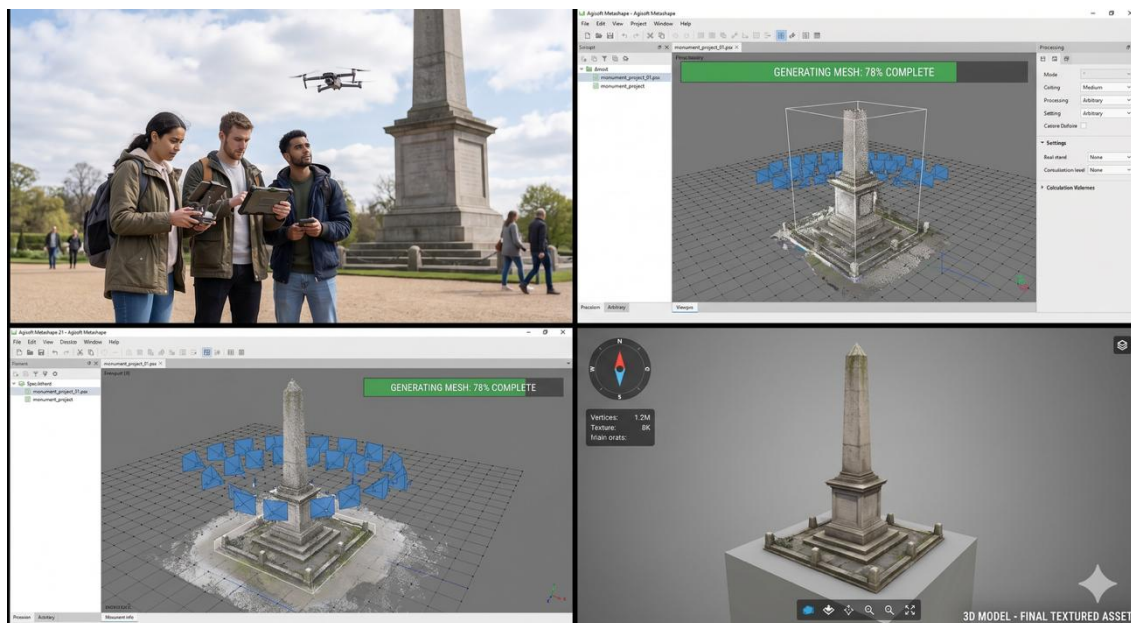
<https://www.youtube.com/watch?v=3j0mP9L4YwA>

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 il proprio modello 3D, spiega il flusso di lavoro, discute le sfide incontrate durante l'acquisizione o l'elaborazione delle immagini e valuta l'accuratezza della ricostruzione digitale.

Discussione in classe:

Gli studenti discutono di come i gemelli digitali possano supportare musei, turismo, progetti di restauro e istruzione. Vengono inoltre affrontate considerazioni etiche e normative sui droni in prossimità di siti storici.

Attività di riflessione:

Gli studenti scrivono una breve riflessione su come le tecnologie dei droni e gli strumenti digitali possano contribuire alla conservazione del patrimonio storico e culturale.

11. CRITERI DI VALUTAZIONE

Quiz con domande chiuse o aperte:

- Definire la fotogrammetria e spiegare la sovrapposizione delle immagini.
- Descrivere le fasi della ricostruzione 3D.
- Spiegare le considerazioni sulla sicurezza durante le operazioni con i droni.

Strumenti di autovalutazione per la riflessione individuale:

Gli studenti valutano il loro contributo alla pianificazione del volo, alla raccolta dei dati e alla generazione di modelli.

Protocolli di revisione paritaria per la valutazione collaborativaI gruppi forniscono feedback sulla qualità del modello, sulla chiarezza della presentazione e sull'efficacia del lavoro di squadra.



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.

Portfolio con risultati selezionati o documentazione del processo di apprendimento:
Gli studenti inviano screenshot, immagini di droni, note sul flusso di lavoro e modelli 3D finali come portfolio di progetto.

12. MATERIALI DIDATTICI

1-

Risorse	Link
Meshroom	https://alicevision.org/
OpenDroneMap	https://www.opendronemap.org
Blender	https://www.blender.org
DJI Mini 4 Pro	https://www.dji.com/mini-4-pro

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

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

13. RISORSE ESTERNE

Risorse	Link
Centro del patrimonio mondiale dell'UNESCO	UNESCO World Heritage Centre
Modelli del patrimonio 3D di Sketchfab	https://sketchfab.com/features/cultural-heritage-history



14. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. Remondino, F., & Campana, S. (2014). *3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage*.
2. Doneus, M., Verhoeven, G., Fera, M., et al. (2011). From deposit to point cloud: A study of low-cost computer vision approaches for archaeological documentation.
3. UNESCO Digital Heritage Preservation Reports.

