

FASE DI CAMPAGNA

Flusso di lavoro

Rilievo topografico integrato

Rilievo fotogrammetrico aereo

Rilievo fotogrammetrico digitale

Operatore

Elaborazione dati

Nuvola di punti

La nuvola di punti è una **distribuzione spaziale di punti**, ognuno dei quali definito in base agli assi X, Y e Z e da determinati valori di intensità (RGB).

Elaborati tecnici e grafici

Modelli tridimensionali

Possibilità di produrre elaborati tecnici e grafici in **planimetria** e in **elevato** (sezioni e prospetti) con elevata precisione e alto dettaglio.

Realizzazione di **ortofotopiani** di planimetria, prospetti e sezioni orientati su un preciso sistema di riferimento.

Rappresentazione di **modelli tridimensionali** a vari livelli di dettaglio di ogni componente ed elemento architettonico dell'oggetto del rilievo.

Possibilità di integrazione con **texture** realistiche provenienti dalle scansioni.

Rilievo topografico integrato

Fase di campagna

Testa

Basamento

Treppiede

Asse principale

Punti di stazione

GXX Vertici di controllo

AXX Altri vertici

Fuori scala

Visualizzazione della nuvola di punti con rete topografica sul software Trimble Business Center.

"Trimble Business Center" è un software in lingua italiana studiato per l'elaborazione e la gestione di dati provenienti da diversi tipi di sensori (dati ottici, GNSS, Imaging, laser scanner, droni ecc.).¹

Al fine di ottenere un buon risultato è necessario pianificare la **rete di inquadramento topografico** e definire tutti i punti di stazione necessari per le acquisizioni.

Nel caso specifico del castello è stata realizzata una **polygonale aperta**, di cui due stazioni rilevate tramite sistema satellitare GPS, senza rete di raffittimento.

¹ <https://www.trimble-italia.com/products/software/trimble-business-center>, consultato il 05/09/2021.

Stazione totale robotica di precisione SX10 con cui sono state rilevate alcune parti del castello tra cui il prospetto ovest, il salone al piano terra, la scala monumentale e una camera da letto al piano primo.

Rilievo fotogrammetrico aereo

Fase di campagna

Planimetria del castello con rappresentazione dei piani di volo effettuati durante i rilievi.

Piani di volo con punti di presa

Volo a griglia

Volo ellittico

I vari **piani di volo** sono stati precedentemente individuati in base alla morfologia del terreno circostante, alle alberature esistenti ed alla geometria planimetrica e altimetrica del castello. Il risultato ottenuto dopo il rilievo è una banca dati di circa **600 fotografie** utilizzabili all'interno dei programmi.

Modello DJI Phantom 3

Eliche

Motori

Frame (telai)

Piedi di atterraggio

Telecamera

Dati tecnici

- Peso: 1.236 grammi

- Sistema GPS integrato

- Velocità massima 16 m/s

- Telecamera integrata 4K

- Lunghezza focale 20 mm

Visualizzazione della nuvola di punti rada.

Visualizzazione della nuvola di punti densa.

Visualizzazione del modello texturizzato.

Rilievo fotogrammetrico digitale

Fase di campagna

Presa ad assi paralleli.⁴

Presa a geometria mista.⁴

Presa ad assi convergenti.⁴

Il software Agisoft Metashape Professional consente non solo di elaborare immagini aeree, ma anche **fotografie terrestri**.

Per il castello di Verzuolo sono state necessarie delle acquisizioni tramite **geometrie di presa** differenti in base alla forma planimetrica dello spazio interno da rilevare.

Ogni ambiente è stato rilevato tramite fotogrammetria in base alle proprie **caratteristiche morfologiche**; in particolare, sono state prese in considerazione:

- Forma planimetrica

- Presenza di arredi e oggetti interni

- Luminosità generale dell'ambiente

- Luce puntiforme proveniente dai serramenti esterni

- Elementi architettonici inseriti nel locale

Tale strumento metodologico è stato utilizzato in diversi ambienti interni al castello con particolare **pregio architettonico**, più precisamente nelle sale con pareti e soffitti affrescati.

La macchina fotografica utilizzata è una **Panasonic Lumix GX80** e obiettivo 12-32 mm.

⁴ ROCCO M., Strumenti avanzati per la modellazione dell'architettura, Dispense del saggio di ricerca, Torino, 2021.

Fase di elaborazione

"Trimble RealWorks" è progettato specificamente per l'elaborazione e l'analisi di nuvole di punti. Il software fornisce una soluzione completa in modo efficiente per registrare, analizzare, modellare e creare risultati finali utilizzando i dati da qualsiasi fonte.²

Per ottenere tutti gli elaborati è necessario procedere attraverso **ulteriori elaborazioni** della nuvola di punti attraverso il software RealWorks.

Il prodotto finale è una nuvola di punti semplice e di facile gestione, con possibilità di **visualizzazioni differenti** in base alla necessità.

Il passaggio successivo è la creazione dei vari profili di sezione, sia in pianta sia in elevato, per poter disegnare gli **elaborati di rilievo** necessari alle varie analisi.

² <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-realworks>, consultato il 05/09/2021.

Visualizzazione della nuvola di punti del prospetto ovest del castello in colori RGB sul software Trimble RealWorks.

Classificazione automatica della nuvola di punti.

Classificazione manuale della nuvola di punti.

Visualizzazione del modello del prospetto.

Fase di elaborazione

"Agisoft Metashape" è un prodotto software autonomo che esegue l'elaborazione fotogrammetrica di immagini digitali e genera dati spaziali 3D da utilizzare in applicazioni GIS, documentazione del patrimonio culturale e produzione di effetti visivi, nonché per misurazioni indirette di oggetti di varie scale.³

Dopo aver inserito le **immagini acquisite** durante i sopralluoghi all'interno del software è necessario definire il loro orientamento relativo per poter generare la nuvola di punti rada.

Le **elaborazioni successive** consistono nella generazione della nuvola di punti densa, nel modello e nella sua texturizzazione da cui estrapolare tutte le ortofoto necessarie al rilievo.

³ <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-realworks>, consultato il 05/09/2021.

Visualizzazione della nuvola di punti rada.

Visualizzazione della nuvola di punti densa.

Visualizzazione del modello texturizzato.

Fase di elaborazione

Impostazioni fotocamera⁵

Bassa sensibilità ISO per diminuire il rumore di fondo

Scattare immagini alla massima risoluzione possibile

Salvare le immagini in formato RAW

Chiudere il più possibile il diaframma

Tempo di presa di almeno 1/60esimo di secondo

Non modificare la distanza focale durante le prese

Pre-elaborazione immagini⁵

Le immagini devono essere originali, non devono essere ritagliate, distorte o trasformate geometricamente

Medesimo orientamento del quadro per tutte le immagini (orizzontale o verticale)

Le immagini possono essere corrette in alcuni loro parametri (bilanciamento del bianco, luminosità globale, luci e ombre).

Possibilità di correggere l'aberrazione cromatica

Possibilità di correggere la distorsione radiale e tangenziale

Requisiti dell'oggetto⁵

Evitare oggetti di colore uniforme, lucidi e riflettenti

Preferibile un cielo nuvoloso e una luce diffusa

Non spostare oggetti durante le prese

Evitare oggetti e scene piatte

⁵ ROCCO M., Strumenti avanzati per la modellazione dell'architettura, Dispense del saggio di ricerca, Torino, 2021.

Visualizzazione della nuvola di punti rada.

Visualizzazione del modello texturizzato.

Visualizzazione delle posizioni di ripresa.

Elaborati

Visualizzazione del profilo di sezione del prospetto ovest del castello su software Autodesk AutoCad con ortofoto esportata dal software Trimble RealWorks.

L'ultima fase del **fusso di lavoro** è data dalla generazione dei vari profili di sezione ottenuti da CloudCompare e dagli ortofotopiani di Trimble RealWorks. Questo permette di partire da **nuvole di punti** e **modelli texturizzati** per la redazione del rilievo del castello alle varie scale.

La precisione della scansione laser ottenuta dalla stazione totale robotica permette di generare **ortofoto** estremamente precise nei vari dettagli architettonici. Inoltre, l'integrazione con i valori RGB dei punti rilevati fornisce un'immagine chiara della **consistenza attuale** dell'architettura.

Elaborati

Visualizzazione della planimetria del castello su software Autodesk AutoCad con ortofoto esportata dal software Agisoft Metashape Professional.


L'utilizzo della **fotogrammetria digitale** per il rilievo rappresenta un approccio intuitivo organizzato per fasi di lavoro, e attraverso strumenti semplici ed efficaci è possibile ottenere ottimi risultati.

Il **prodotto finale** non solo sarà di facile lettura e di buona gestione, ma avrà al suo interno **molissimi dati** di natura differente, come informazioni relative al colore e alla geometria del manufatto architettonico rilevato.

Attraverso i programmi si possono esportare gli ortofotopiani da inserire negli **elaborati tecnico-grafici**.

Elaborati

Visualizzazione del profilo di sezione dell'ambiente su software Autodesk AutoCad con ortofoto esportata dal software Agisoft Metashape Professional.



Politecnico di Torino
Collegio di Architettura

Tesi di Laurea Magistrale in
Architettura per il Restauro e
la Valorizzazione del Patrimonio

Il Castello di Verzuolo

Un bene da riconnettere al patrimonio castellano saluzzese

Relatore: Carla Bartolozzi

Correlatore: Marco Roggero

Candidati: Alex Barbero
Gerardo Bonito
Fabio Calosso

TAV. 3