



**POLITECNICO
DI TORINO**

Tesi meritoria

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA
PER IL RESTAURO E LA VALORIZZAZIONE DEL
PATRIMONIO**

Abstract

Analisi nel sito del Castello di Valperga tramite
Fotogrammetria da UAV (Unmanned Aerial Vehicles) e
scansioni terrestri (LIDAR) integrate con tecniche GPR
(Ground Penetrating Radar)

Relatore

**Filiberto Chiabrando
Antonia Spanò
Monica Naretto
Luigi Sambuelli**

Candidato

Vivian Camila Pinzón Mejía

Luglio 2017

I contenuti presentati in questa tesi sono il risultato dell'elaborazione di uno studio in torno alle tematiche proposte ed eseguite dal progetto studentesco 4DILAN (4th Dimension in Landscape and Artifacts Analyses), creato e sviluppato da un gruppo di studenti insieme a professori, dottorandi e tirocinanti del Laboratorio di Geomatica per i Beni Culturali e del Laboratorio di Geofisica del Politecnico di Torino. Il progetto 4Dilan è indirizzato alla conoscenza, analisi, acquisizione di dati ed elaborazione dei risultati con uno scopo prevalentemente educativo, cercando di approfondire nella conoscenza di un bene architettonico di alto valore storico e culturale guidati da diverse discipline nell'area dell'Ingegneria e l'Architettura. Dunque lo scopo principale di questa tesi è quello di presentare ed analizzare le principali metodologie di rilevamento metrico 3D ed i metodi impiegati per l'analisi e l'integrazione tra di esse nell'applicazione al caso studio del Complesso del Castello di Valperga, localizzato nel comune di Valperga in provincia di Torino.

Gli obiettivi generali di questa tesi sono:

- **CONOSCENZA** - Svolgere delle indagini geomatiche e geofisiche per la conoscenza di un bene architettonico di alto valore e rilevanza storica e culturale che non è mai stato studiato nel suo insieme da un approccio scientifico
- **STUDIO** – Studiare le particolarità e le caratteristiche proprie del Castello di Valperga tramite l'analisi Storico delle fonti documentarie esistenti ed un contributo dalla disciplina Geofisica con un'indagine Georadar
- **RILIEVO METRICO 3D** – Creare un modello metodologico per affrontare progetti, studi o ricerche nell'ambito della Geomatica attraverso l'applicazione di alcune delle tecniche più innovative della Geomatica quali la Fotogrammetria da UAV la Fotogrammetria digitale (fotocamera) e Scansioni Laser Terrestri (LIDAR)
- **VALORIZZAZIONE**: Restituire la situazione attuale del Castello di Valperga tramite la rappresentazione planimetrica architettonica del complesso e sintesi delle sue qualità architettoniche per la sua Valorizzazione e diffusione
- **TUTELA e PROMOZIONE**: Promuovere la conoscenza e tutela del Patrimonio presente nel Castello di Valperga tramite il rilevamento di un elemento obliterato di alta rilevanza artistica e valore culturale: L'Affresco Arduinico (XIII secolo)

La rivoluzione tecnologica e dell'informatica degli ultimi decenni ha portato grandi sviluppi nei diversi settori dedicati allo studio, documentazione e analisi del territorio, dei fenomeni naturali e del costruito architettonico. Grazie alla spinta subita da questi settori, nel caso dell'applicazione di tecniche di Rilievo e documentazione nell'ambito dei Beni Culturali si hanno eseguito grandi progressi per quanto riguarda le tecniche innovative di Rilievo metrico, come ad esempio il Rilievo fotogrammetrico e le Tecniche di Rilievo LiDAR. Attualmente, queste tecniche appartenente alla disciplina della Geomatica costituiscono uno scenario di gran potenzialità per lo studio non solo dell'architettura costruita, ma anche dei diversi fenomeni naturali ed antropici che riguardano tutta la complessità del territorio. Grazie ai grandi sviluppi dei software, strumenti e dispositivi che oltre la applicazione nel campo della Geomatica coinvolgono anche altre tecniche scientifiche, oggi giorno è

possibile eseguire un'integrazione tra di loro con lo scopo di ottenere risultati più significativi ed accurati. In questo modo si concepisce un approccio sistemico, multidisciplinare e ed innovativo, che cerca di affrontare l'elaborazione dei dati risultanti dalle indagini e rilievi (siano terrestri che aerei) e di ottenere ottimali risultati che contribuiscano alla conoscenza, studio, analisi, tutela e promozione del Patrimonio costruito e del territorio.

È importante notare che per lo studio di qualunque bene culturale ed ancora di più per la conservazione ed intervento attraverso dei progetti di tutela e restauro è necessario fare un approfondimento nell'analisi e la documentazione di esse. È pertinente andare a conoscere le diverse relazioni fra questo e l'ambiente in cui è stato insediato, così come le diverse discipline di studio che possono provvedere dell'informazione utile per una comprensione complessiva del bene a diverse scale. Per questo motivo l'approccio allo studio e l'analisi architettonico e territoriale del Castello di Valperga e dell'area circostante viene definito in tre scale di approfondimento diverse, svolte dalle prospettive di tre tesi di laurea, intitolate Modelli 3D, Strumenti GIS e Fonti Cartografiche. Interpretazione diacronica del Contesto Territoriale del Castello di Valperga scritta da Nany Matamoros, Analisi nel sito del Castello di Valperga tramite Fotogrammetria da UAV (Unmanned Aerial Vehicles) e scansioni terrestri (LIDAR) integrate con tecniche GPR (Ground Penetrating Radar) scritta da Vivian Camila Pinzón Mejía e Uso di tecniche di fotogrammetria da drone e Laser scanning terrestre nell'analisi costruttiva di una torre tardo medioevale al Castello di Valperga scritta da Julian Chaves, tutti i tre studenti della Laurea Magistrale in Architettura per il Restauro e Valorizzazione del Patrimonio.

I contenuti svolti dalla prima tesi corrisponde alla scala di studio più vasta e generale, la quale si occupa dell'analisi diacronica ed attuale del territorio del Basso Canavese e del territorio di Valperga attraverso l'uso della piattaforma GIS, facendo enfasi in un approfondimento storico sugli eventi importanti che hanno trasformato il Castello di Valperga e il contesto in cui lo si trova. La seconda scala di approccio (Complesso del castello di Valperga) descritta in questa tesi, ha avuto come risultato l'elaborazione di un'Ortofoto dell'area del Castello così come di altri prodotti descrittivi e rappresentativi del complesso architettonico e delle aree circostanti, quali una nuvola di punti densa che descrive tridimensionalmente la morfologia, una *mesh* o modello 3D del terreno ed anche il DEM (Digital Elevation Model), tra altri. La nuvola di punti ottenuta costituisce un materiale descrittivo del manufatto e degli elementi antropici e naturali dell'area oggetto di studio, a partire dalla quale potrebbero crearsi tanti altri contenuti di analisi e di studio sia dalla prospettiva architettonica, di descrizione della materialità dei fabbricati, della sua composizione volumetrica, dell'elevazione e dell'interazione con gli altri fabbricati dentro il complesso del Castello e tanti altri. A questa seconda scala di studio, si sommerà la realizzazione di un'indagine Geofisica con l'applicazione della tecnica del Georadar in modo tale da analizzare anche le possibili tracce di strutture sepolte ipotizzate con base alle indagini storiche e l'analisi delle fonti documentarie storiche trovate. L'analisi nella terza ed ultima scala, esaminerà invece l'antica Torre della Fabbrica Thones attraverso un'analisi della materialità e della conformazione architettonica e strutturale nel dettaglio, partendo anche delle elaborazioni ottenute dai rilievi descritti previamente nelle altre tesi. In questa tesi verranno presentate le tecniche, strumenti e metodi dentro la logica della scala

intermedia di approfondimento previamente definita, applicate in questo studio al complesso del Castello di Valperga Fabbrica Thones.

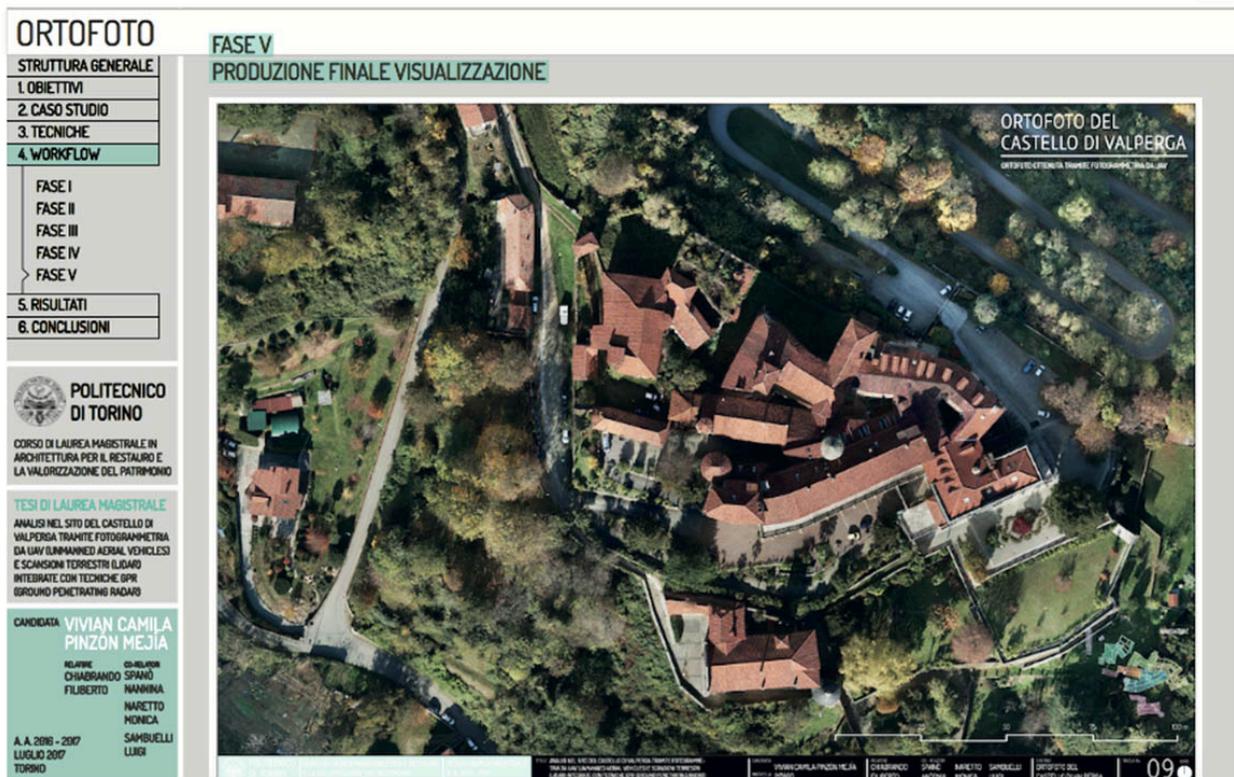


Figura 01. Ortofoto del Castello di Valperga elaborata su Photoscan ed ottenuta tramite Fotogrammetria da UAV. Drone UBIK DIATI MK 01.

Il materiale elaborato in questa Tesi di Laurea quale L'Ortofoto del Castello è stata parte fondamentale nella conoscenza e nel concepire un bene architettonico che non era mai stato guardato da una prospettiva di insieme data la sua complessità e caratteristica posizione sul territorio, dandoci la possibilità di ricostruire la storia di un Castello che è composto da una varietà di frammenti che durante la storia si sono trasformati in modo autonomo ma che hanno sempre costituito un insieme. Grazie all'applicazione della tecnica Fotogrammetrica da UAV utilizzando una piattaforma non commerciale appartenente a Laboratorio di Geomatica per i Beni Culturali del Politecnico di Torino, è stato possibile sorvolare quest'area e rilevare l'oggetto di studio in un modo innovativo, veloce e molto efficace in confronto a qualsiasi altra tecnica di rilievo tradizionale. Grazie alla ripresa di fotogrammi da diversi angoli (nadirali 90° ed inclinati 45°) dall'alto è stato anche possibile compiere con la restituzione planimetrica di tutta l'area del complesso architettonico con l'ausilio di strumenti CAD, prodotto inedito che non era mai stato fatto e che costituisce un materiale tecnico di alto valore ed importanza per futuri interventi, lavori di ricerca, studi, indagini oppure iniziativa di trasformazioni spaziali direttamente sul corpo architettonico.

Inoltre si è eseguita la restituzione altimetrica di alta precisione dei livelli di ogni fabbricato ed aree aperte del complesso, quali terrazze, strade di accesso, terrazzamenti e prati, muri, edifici in rovina e degli edifici stessi attraverso punti quotati, informazione che è stata ottenuta direttamente dal modello 3D del Castello elaborato tramite il rilievo metrico 3D effettuato durante due campagne di lavoro al castello. Questa planimetria quindi costituisce un materiale scientifico che descrive fedelmente la morfologia e composizione di un bene

architettonico che vanta una lunga storia e delle caratteristiche particolari ma che non era mai stato studiato a questa scala.

A questo rilievo complessivo del Castello si è sommato anche quello più dettagliato fatto nell'area della Fabbrica Thones, attraverso un'altra tecnica di rilievo metrico 3D che oggi si costituisce come una delle più innovative del settore, la quale è venuta eseguita tramite il Laser Scanner terrestre (LIDAR) e che ha dato come risultato una nuvola di punti ancora più dettagliata. Contare con dei risultati a diverse scale fatti con diverse metodologie e grazie all'applicazione di diverse tecniche, i quali descrivono anche livelli di precisione diversi ma comunque complementari uno con l'altro, ha concesso di effettuare un'integrazione fra dei dati in modo tale di ottenere diversi prodotti digitali quali il modello 3D delle diverse aree circostanti alla Fabbrica Thones quali la Contrada che porta alla Cappella del Consortile / Sant'Anna localizzata nella parte più settentrionale della Fabbrica Thones, il cortile del nucleo della Fabbrica stessa ed anche il fabbricato della Fabbrica in tutto il suo insieme.

L'integrazione dell'indagine eseguita col Georadar è uno degli aspetti fondamentali nella realizzazione di questa tesi data la pertinenza della applicazione di un metodo geofisico per la lettura e l'analisi dei possibili elementi sepolti particolarmente studiati in questo caso studio. La motivazione di integrare questa disciplina, ha dato dei risultati interessanti per lo svolgimento di questa tesi visto che partendo da un'analisi dei documenti storici (planimetrie architettoniche XVIII secolo) del Castello e più in particolare della Fabbrica Thones, si sono evidenziati delle antiche strutture che sono state cercate tramite il georadar. Questa indagine ha avuto come risultato la lettura del sottosuolo nelle vicinanze alla Fabbrica Thones e ci ha dato indizi della veracità dei documenti ritrovati, costituendo anche la base per future indagini archeologiche e scavi nell'area.

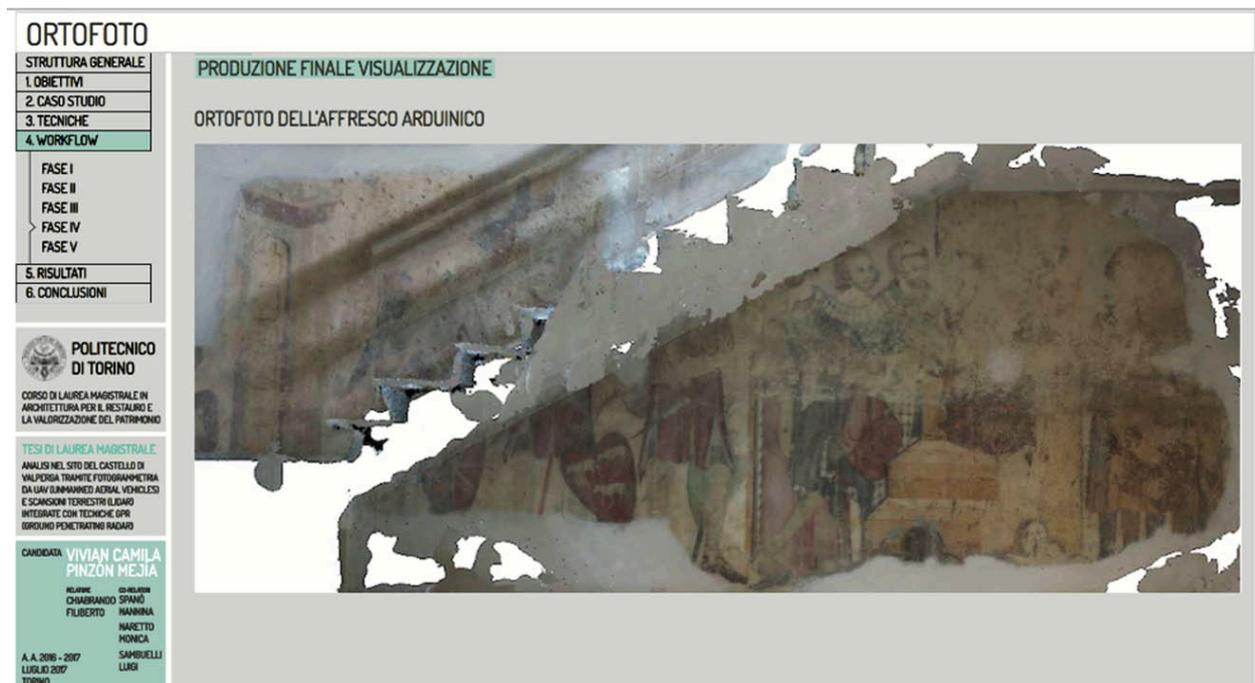


Figura 02. Ortofoto dell'Affresco Arduinico (XII secolo) ottenuta tramite Fotogrammetria Digitale (Fotocamera)

Figura 03. Pianta di coperture del Castello di Valperga. Elaborazione originale a scala 1:200

Il fine ultimo di questo approfondimento teorico e pratico è quello di contribuire con la conoscenza del Castello di Valperga e di elaborare materiale che serva di base e materiale di studio a futuri sviluppi e ricerche. La stessa metodologia impiegata per affrontare lo studio architettonico e territoriale attraverso le tecniche di rilievo serverà come punto di partenza per altre possibili sviluppi e approfondimenti su questo bene architettonico d'interesse culturale e di grande pregio storico nel Basso Canavese.

In conclusione questa tesi presenta:

- UN APPROCCIO MULTISCALA – Si è eseguito un percorso di conoscenza, studio ed analisi del Castello di Valperga da una panoramica multi scala che mi hanno reso possibile di integrare aspetti dalla scala più ampia, quella territoriale, per poi aumentare alla scala del complesso architettonico del Castello visto come un insieme ed arrivando alla materialità e la particolarità dei singoli elementi costruttivi.
- MODELLO METODOLOGICO – Questa tesi fornisce un modello metodologico per affrontare lo studio di Beni architettonici simili presentando un Workflow correlato fra diverse tipologie di indagini, approfondimenti teorici quali cartografici e storici ed arrivando alla conoscenza della materialità e dei dettagli costruttivi dei singoli elementi architettonici.
- INTEGRAZIONE DI TECNICHE – Schema di integrazione di varie delle tecniche più innovative della Geomatica e delle indagini appartenenti alla Geofisica con lo scopo di procurare un marco di studio ed analisi complessivo dell'insieme del Castello di Valperga.
- RILEIVO METRICO 3D – Creazione di un materiale inedito scientifico tridimensionale che ha fatto fulcro del lavoro svolto dalle tre tesi che ha precisato una base metrica per l'elaborazione dei diversi analisi, prodotti 2D e 3D e fornendo una base per future ulteriori progettazioni ed interventi sul Bene architettonico.
- RESTITUZIONE PLANIMETRICA – Creazione di una dettagliata e scientifica rappresentazione sia tridimensionale sia zenitale del complesso architettonico del Castello di Valperga, fornendo una base planimetrica scientificamente affidabile alla scala 1:200 per la messa in atto di qualsiasi progetto di conoscenza e di intervento.

Per ulteriori informazioni contattare:

Vivian Camila Pinzón Mejía

vivian.pinzonmejia@outlook.com