



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI GUGLIELMO MARCONI

FACOLTÀ DI SCIENZE E TECNOLOGIE APPLICATE
CORSO DI LAUREA IN SCIENZE GEO-CARTOGRAFICHE,
ESTIMATIVE ED EDILIZIE

**TECNICHE DI MODELLAZIONE 3D A PARTIRE DA
DATI RILEVATI CON LASER SCANNER TERRESTRE
E FOTOGRAMMETRIA DIGITALE
IL CASO DEL CASTELLO DELL'IMPERATORE A
PRATO**

Relatore:

Chiar.ma Prof.ssa MARIA CLARA GHIA

Candidato:

GABRIELE LANTINI

Matr. N°: STA02978/L21

ANNO ACCADEMICO
2012/2013

INDICE

INTRODUZIONE	- 1 -
CAPITOLO 1 - FOTOGRAMMETRIA TERRESTRE	- 3 -
INTRODUZIONE	- 3 -
FONDAMENTI	- 4 -
Storia della fotogrammetria	- 4 -
Fotogrammetria terrestre non convenzionale	- 7 -
Caratteristiche di un sistema fotogrammetrico non convenzionale	- 8 -
Stereofotogrammetria	- 9 -
Orientamento interno ed esterno	- 12 -
Strumenti	- 18 -
Fotocamera digitale	- 18 -
Immagini digitali	- 20 -
Punti di appoggio	- 24 -
Output	- 25 -
DSM, DEM e DTM	- 25 -
Ortofoto	- 26 -
Restituzione vettoriale	- 26 -
Modelli testurizzati	- 27 -
ZScan (Menci Software)	- 28 -
Moduli di Zscan	- 28 -
Zscan tradizionale	- 30 -
Zscan Evo	- 33 -
CAPITOLO 2 - LASER SCANNER TERRESTRE	- 37 -
INTRODUZIONE	- 37 -
FONDAMENTI	- 38 -
Storia del laser scanner	- 38 -
Raggio laser	- 40 -
Comportamento del laser a contatto con i materiali	- 41 -
Problema della divergenza del raggio laser	- 43 -
Laser scanner terrestre	- 43 -
Geometria di scansione	- 44 -
Scanner distanziometrici	- 44 -
Scanner a triangolazione ottica	- 44 -
Principio di misura della distanza	- 45 -
Scanner a tempo di volo	- 45 -
Scanner a differenze di fase	- 46 -
Classificazione in base alla portata del laser	- 46 -
Confronto	- 47 -
Caratteristiche tecniche	- 48 -
Velocità di acquisizione	- 48 -
Campo di acquisizione	- 48 -
Tecniche di acquisizione dei dati	- 48 -
Precisione angolare	- 51 -
Precisione nella distanza	- 51 -
Risoluzione	- 51 -
Spot size	- 51 -
Effetto "mixed pixel"	- 52 -
Portate effettive	- 52 -
Intensità del segnale riflesso	- 52 -
Riconoscimento automatico dei segnali (software)	- 52 -
Acquisizione RGB	- 52 -
Il software	- 54 -
Fase di lavoro	- 54 -
Acquisizione	- 54 -
Selezione	- 55 -
Filtraggio	- 55 -

Decimazione	- 55 -
Trasformazione tra diversi sistemi di coordinate	- 57 -
Georeferenziazione	- 59 -
Elaborazione modello di punti.....	- 60 -
Segmentazione (entità geometriche più piccole)	- 60 -
Estrazione dei dati	- 61 -
Laser Scanner vs Fotogrammetria Terrestre	- 62 -
PRINCIPALI STRUMENTI	- 64 -
Laser Scanner "LEICA C 10"	- 65 -
Laser Scanner"LEICA HDS 7000"	- 67 -
Laser Scanner"STONEX X9"	- 68 -
Laser Scanner"RIEGL VZ 1000"	- 70 -
Laser Scanner"FARO FOCUS 3D"	- 72 -
PRINCIPALI SOFTWARE	- 73 -
Leica Cyclone	- 74 -
Formati importabili.....	- 75 -
Jrc 3D Reconstructor	- 76 -
RiscanPro.....	- 78 -
PolyWorks.....	- 80 -
Z-map Laser.....	- 81 -
CloudCube	- 83 -
PointCloud	- 84 -
CAPITOLO 3 - MODELLAZIONE GRAFICA CAD E BIM .- 86 -	
INTRODUZIONE	- 86 -
FONDAMENTI DI DISEGNO CAD	- 87 -
Storia del CAD	- 87 -
CAD 2D	- 88 -
CAD 3D	- 89 -
Tipologie di modellatori.....	- 89 -
Modellatori di solidi	- 90 -
Modellatori di superfici.....	- 91 -
Modellatori misti.....	- 91 -
Modellatori per nuvola di punti	- 91 -
FONDAMENTI DI MODELLAZIONE BIM	- 91 -
Storia del BIM	- 92 -
Definizione di BIM	- 94 -
Interoperabilità tra CAD e BIM.....	- 96 -
CAD vs BIM	- 97 -
AUTODESK REVIT ARCHITECTURE	- 99 -
Storia e filosofia di Revit	- 99 -
Livelli, piani di riferimento e griglie.....	- 100 -
Muri, serramenti, solette, scale, ringhiere, coperture...-	- 101 -
Gestione della topografia	- 106 -
Nuvole di punti (Point Cloud).....	- 106 -
Formati importabili con Point Cloud.....	- 107 -
Impostazione della vista	- 107 -
Impostazione dei materiali.....	- 109 -
Rendering	- 110 -
Animazione	- 111 -
Interoperabilità.....	- 113 -
Importazione	- 114 -
Esportazione	- 115 -
Vantaggi e svantaggi di Revit	- 116 -
LEICA CLOUDWORX FOR REVIT	- 117 -
CAPITOLO 4 - CASO STUDIO - RILIEVO DEL CASTELLO DELL'IMPERATORE..... - 119 -	
INTRODUZIONE	- 119 -
STORIA DEL CASTELLO	- 120 -

<i>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</i>	- 124 -
<i>STRUMENTAZIONI UTILIZZATE DURANTE IL RILIEVO</i>	- 127 -
<i>RELAZIONE TECNICA GENERALE</i>	- 128 -
<i>Pianificazione del rilievo</i>	- 128 -
<i>Documentazione fotografica</i>	- 130 -
<i>Acquisizione dei dati</i>	- 135 -
<i>Stazione totale TCRP 1205</i>	- 135 -
<i>Laser scanner Faro Focus 3D</i>	- 137 -
<i>Laser scanner Riegl Vz-1000</i>	- 138 -
<i>Laser scanner Leica C-10</i>	- 138 -
<i>Laser scanner Hds 7000</i>	- 139 -
<i>Laser scanner Stonex X9</i>	- 139 -
<i>Fotogrammetria terrestre (EvoScan – Umap)</i>	- 141 -
<i>Osservazioni</i>	- 142 -
<i>POST-ELABORAZIONE DEI DATI</i>	- 144 -
<i>Target</i>	- 145 -
<i>EvoScan - Umap</i>	- 148 -
<i>Cyclone</i>	- 152 -
<i>Costruzione dei database: Leica, Stonex, Faro Focus e EvoScan-Umap</i>	- 152 -
<i>Allineamento dei dati e referenziazione rispetto alla rete topografica</i> -	152 -
<i>Creazione di un nuovo database: Unione totale delle scansioni</i> -	155 -
<i>Eliminazione degli "outliers"</i>	- 156 -
<i>Unione dei dati "puliti"</i>	- 156 -
<i>Selezione parziale della nuvola di punti</i>	- 156 -
<i>Decimazione dei dati – passo 1 cm</i>	- 157 -
<i>Unione dei dati "decimati"</i>	- 157 -
<i>Osservazioni</i>	- 157 -
<i>Revit + Cloudworx "Modellazione BIM"</i>	- 160 -
<i>Osservazioni</i>	- 162 -
<i>PRODOTTI FINALI</i>	- 163 -
CONCLUSIONI	- 164 -
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	- 166 -
<i>"FOTOGRAMMETRIA DIGITALE"</i>	- 166 -
<i>"LASER SCANNER TERRESTRE"</i>	- 167 -
<i>"MODELLAZIONE GRAFICA CAD E BIM"</i>	- 168 -
<i>"CASO STUDIO"</i>	- 169 -
RIFERIMENTI SITOGRAFICI	- 170 -
<i>"FOTOGRAMMETRIA DIGITALE"</i>	- 170 -
<i>"LASER SCANNER TERRESTRE"</i>	- 170 -
<i>"MODELLAZIONE GRAFICA CAD E BIM"</i>	- 172 -
<i>"CASO STUDIO"</i>	- 173 -
BIBLIOGRAFICA GENERALE	- 174 -
SITOGRAFIA GENERALE	- 178 -

ABSTRACT

Negli ultimi anni le tecniche di rilevamento architettonico si sono evolute in grande misura grazie allo sviluppo di sistemi performanti per la visualizzazione e gestione di dati digitali, i quali permettono la conservazione e l'archiviazione di numerosi dati, che possono servire sia per la valorizzazione del bene attraverso il web che per la progettazione di interventi futuri.

Il problema principale consiste nell'integrazione tra diversi campi applicativi, come la fotogrammetria digitale, la tecnica laser scanner e la modellazione BIM: con quali tecnologie possiamo rilevare architetture di tipo storico? Si può creare un modello tridimensionale parametrico di tali strutture?

L'obiettivo è quello di lavorare in un unico ambiente virtuale, dove progetto e rilievo coesistono, consentendo di disegnare e modellare in tempo reale visualizzando i dati del rilievo direttamente dal database centrale.

Un esempio eccellente è il programma parametrico "Revit", che attraverso l'utilizzo del Plugin "Cloudworx" permette di modellare in ambito BIM visualizzando le nuvole di punti provenienti da "Cyclone".

Il presente lavoro fa riferimento ad un caso studio: il rilievo del Castello dell'Imperatore a Prato, effettuato realizzando una rete topografica per collegare le nuvole di punti generate dai laser scanner e dalla fotogrammetria digitale.

L'obiettivo successivo è quello di presentare un modello 3D parametrico che permetta di progettare nuovi interventi edilizi tenendo conto delle fasi temporali del progetto; questa esperienza ha portato ad un esito parzialmente negativo.

La tecnologia BIM, in ambito architettonico storico, trova diverse difficoltà poiché ad esempio risulta estremamente complicato rendere parametrica la facciata di una chiesa del 1400; questa tecnologia può trovare maggior sviluppo nelle opere costruite negli ultimi 50-100 anni e ovviamente nelle nuove costruzioni.

Nonostante ciò, possiamo creare modelli con la tecnologia CAD classica ed intervenire con il BIM quando progettiamo opere nuove.