

UTILIZZO DI AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (APR) PER IL RILIEVO INTEGRATO DEL PATRIMONIO ARCHITETTONICO

Francesca Matrone¹, Francesco Coniglione², Marco Zerbinatti³

OBIETTIVI

- Realizzazione di un rilievo integrato (TLS/APR) per la creazione di nuvole di punti da supporto alla modellazione tridimensionale
- Costruzione di un modello HBIM per la gestione e manutenzione programmata del patrimonio architettonico

ACQUISIZIONE DATI

I dati descritti sono stati acquisiti durante due campagne di rilievo nel 2016 e 2017.

Date le caratteristiche urbanistiche del complesso, si è proceduto con:

- pianificazione del rilievo;
- impostazione delle reti d'inquadramento, tramite GPS/GNSS, e raffittimento;
- rilievo celerimetrico di tutti i marker, tramite stazione totale
- acquisizione dati TLS in ambienti interni ed esterni (circa 70 scansioni)
- pianificazione ed esecuzione dei voli dell'APR

Altezza volo = 50m

GSD = 9,3 mm < GSD_{max} quindi accettabile

MissionPlanner per la pianificazione del volo:

- 3 voli → 2 nadirali e 1 obliquo (45°)

- 2/3 Km distanza percorsa per ogni volo

Drone equipaggiato con fotocamera SONY ILCE a5100 con sensore APS-C CMOS da 24,3 megapixel

Caso studio



Sacro Monte di Varallo (VC). Complesso devozionale composto da 45 cappelle e patrimonio UNESCO.

Dati da TLS



Scansioni effettuate, FARO Focus 3D. Risoluzione 1pt/5mm @ 10m.

Dati da APR



Voli eseguiti con Mission Planner (obliquo in alto e nadirali in basso). Drone Valis DIATI PX01 (Polito) e Phantom 4 Pro.

ELABORAZIONE DATI

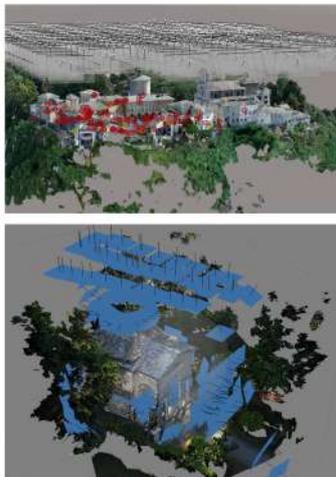
L'elaborazione dei dati fotogrammetrici e LIDAR per la costruzione della **nuvola densa di punti** è avvenuta in due fasi: elaborando e registrando prima le scansioni laser, utilizzate per le parti inferiori degli edifici e per gli ambienti interni, e unendo poi le acquisizioni fotogrammetriche terrestri e quelle ottenute con il volo del drone, utilizzate per le coperture e le aree non accessibili.

Successivamente le due nuvole di punti sono state integrate con lo scopo di ottenere un unico modello tridimensionale.

Per i dati fotogrammetrici sono stati utilizzati **ContextCapture** e **Agisoft PhotoScan**, mentre per i dati laser scanner è stato utilizzato il software Scene della FARO.

La nuvola di punti infine è stata utilizzata anche per la creazione del **DSM (Digital Surface Model)**. Lo strumento utilizzato per generare il modello digitale di superficie è il software **ENVI LIDAR** che è in grado di generare, a partire dalla nuvola di punti, modelli schematici vettoriali in tre dimensioni.

Elaborazione

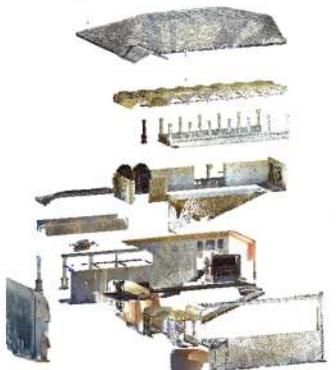


Disposizione fotogrammi (obliqui e nadirali) su ContextCapture (in alto) e PhotoScan (in basso).

Integrazione dati TLS/APR



Segmentazione nuvola



Le nuvole di punti di ogni cappella sono state segmentate secondo gli elementi architettonici principali.
Nuvola di punti del Palazzo di Pilato.

Modello virtuale



- Vista generale del modello virtuale basato sulle nuvole di punti e modellazione per masse.
- A sinistra: modello HBIM della Cappella 1
- Sopra: Palazzo di Pilato

MODELLAZIONE HBIM

Le nuvole dense sono state poi segmentate con il software **ReCap 360** di Autodesk e suddivise in **elementi architettonici**, per una più facile gestione all'interno di Revit, programma utilizzato per la costruzione del modello tridimensionale **object-oriented**.

All'interno di questo software è stato possibile mantenere la **georeferenziazione** delle nuvole e creare un modello federato complessivo a cui sono collegati i modelli delle singole cappelle, mantenendone così identità e integrità. Tale modello HBIM ha quindi fornito la base per la creazione di un **database** di supporto alle attività di manutenzione programmata del complesso del Sacro Monte di Varallo.

DATA INTEGRATION OF PHOTOGRAMMETRIC AND LASER-VISUAL-INERTIAL ODOMETRY BASED SENSORS IN THE METRIC SURVEY OF CULTURAL HERITAGE



A. Calantropio¹, F. Matrone², A. Lingua²

¹DAD - Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino

²DIATI - Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino
(alessio.calantropio, francesca.matrone, andrea.lingua)@polito.it

OBJECTIVES

- Evaluation of geo-referencing strategies and integration of spatial data acquired in rapid mapping contexts with SLAM techniques.
- Comparative analysis of the Kaarta Stencil technology with the most consolidated range-based (TLS) and image-based techniques (UAV photogrammetry and CRP), in order to define the quality and the metric congruence of the products.
- Integration of the data deriving from the laser-visual-inertial-odometry based sensors with those obtained from terrestrial and aerial photogrammetry (equipped with better performing RGB sensors).



DATA ACQUISITION



TLS Faro Focus3D by CAM2
Operative range: 0.6-130 m
Ranging error: ± 2 mm
Vertical/horizontal FOV: 305°/360°
Color unit resolution: up to 70 MP
Acquisition speed: 976.000 pt/sec



KAARTA STENCIL
Operative range: 1-100 m
Ranging error: ± 30 mm
Vertical/horizontal FOV: 30°/360°
Acquisition speed: 300.000 pt/sec



FEATURE TRACKER
Sensor size: 1/3" CMOS
Pixel: 1.3 MP
Focal length: 3.4 mm
Img. size (pixel): 1280 x 1024

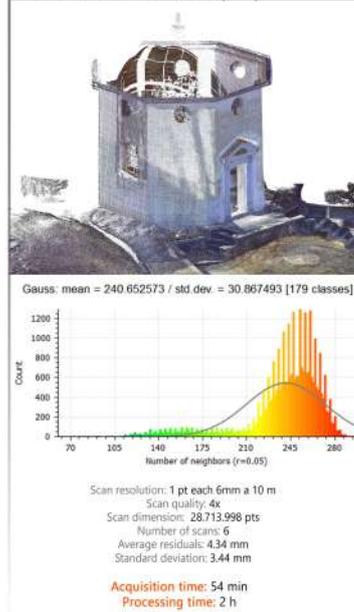


PHANTOM 4 PRO
Sensor size: 1" CMOS
Pixel: 20 MP
Focal length: 8.8 mm
Img. size (pixel): 5472 x 3648

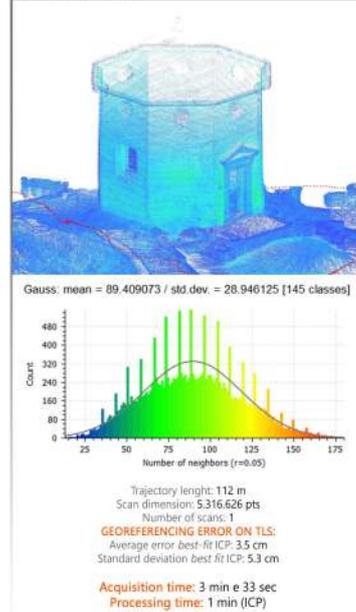
NIKON D800E
Sensor size: 1,7" CMOS
Pixel: 36.2 MP
Focal length: 24 mm
Img. size (pixel): 7360 x 4912

DATA PROCESSING

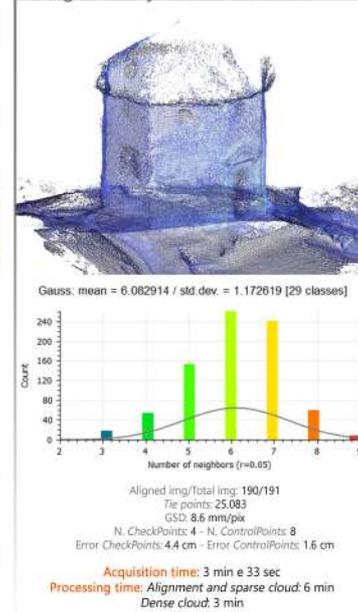
Terrestrial Laser Scanner (TLS)



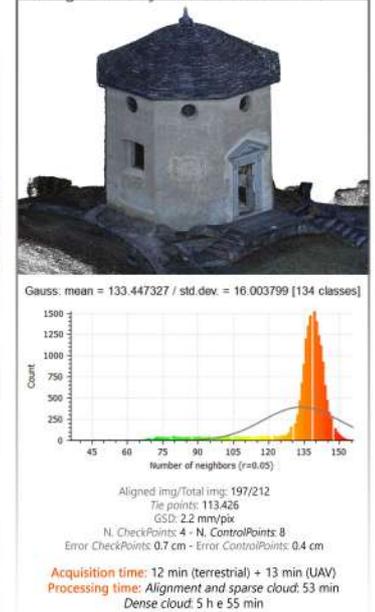
Kaarta STENCIL



Photogrammetry - Feature tracker



Photogrammetry - UAV + terrestrial



Geometric component

Radiometric component

Radiometric component

RESULTS

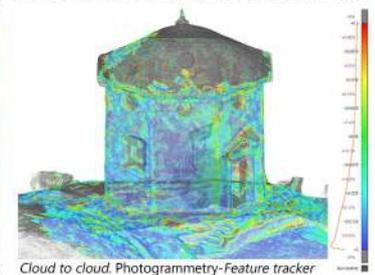
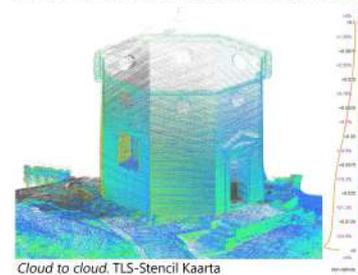
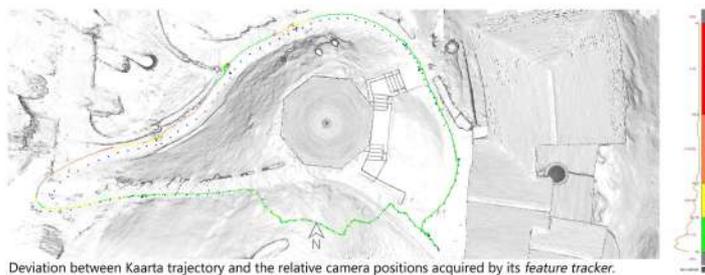
The results show how it is possible to assign an RGB value to the point cloud obtained with the SLAM technique, starting either from the frames acquired with other photogrammetric sensors and from the images acquired with the camera of the instrument itself.

The point cloud obtained by the *feature tracker* can be eventually improved with a radiometric calibration and a different planning of the acquisition geometry.

Moreover the acquisition time is considerably reduced, favoring their use also for rapid mapping applications: considering that a GSD of about 8 mm was obtained at an average acquisition distance of 9 m.

FUTURE DEVELOPMENTS

- Use a camera with better performances to improve the radiometric component of the point cloud obtained with the MMSS.
- Take advantage of the RGB data of a set of images oriented to directly integrate the radiometric component of the MMS cloud, without having to generate a photogrammetric point cloud, saving time and computational power.



AUTEc

R3 in GEOMATICS: Research, Results and Review
International Workshop in memory of Prof. Raffaele Santamaria
Thursday 10 and Friday 11 October 2019 - Naples Italy





MODELLI HBIM IN UN DATABASE GIS 3D SEMANTICO

Valeria De Ruvo¹, Elisabetta Colucci¹, Francesca Matrone¹, Andrea Lingua¹, Antonia Spanò²

¹ DIATI - Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino

² DAD - Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino

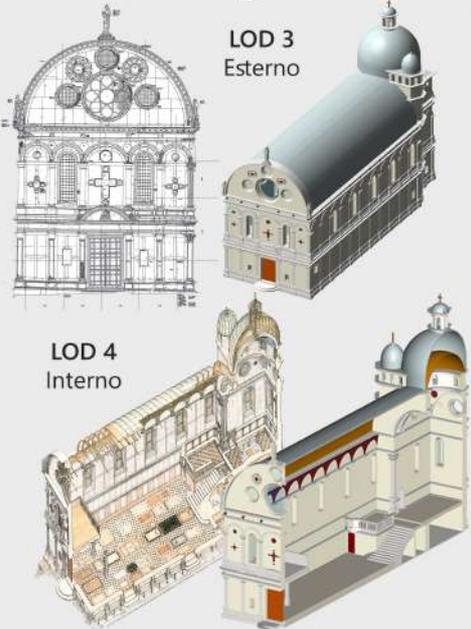
HBIM

Conversione geometrie e attributi

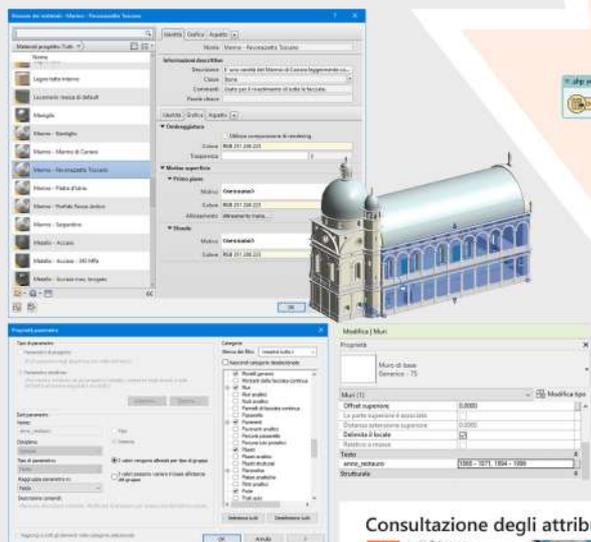
3D GIS

Obiettivo di questa ricerca è stato quello di integrare un modello HBIM con un elevato Livello di Dettaglio (LOD) in un DB GIS 3D già esistente, cercando di mantenere tutte le informazioni, storiche e tecnico-costruttive, inserite nel modello HBIM con modalità differenti (attributi delle famiglie di sistema e parametri condivisi).

Modellazione geometrie



Inserimento attributi nell'HBIM



Attribuzione delle informazioni dei materiali nelle Famiglie di sistema e inserimento, a titolo esemplificativo, del parametro condiviso "anno di restauro". Attributi esportati nel DB GIS.

Esplora il modello 3D sul tuo smartphone!

SCAN ME



Costruzione workspaces

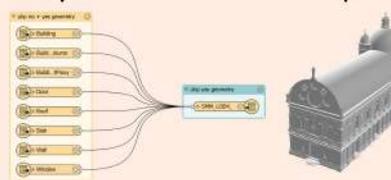
1. TRASFORMAZIONE FAMIGLIE IN SHAPEFILE

file input .rvz > trasformatori > file output .shp



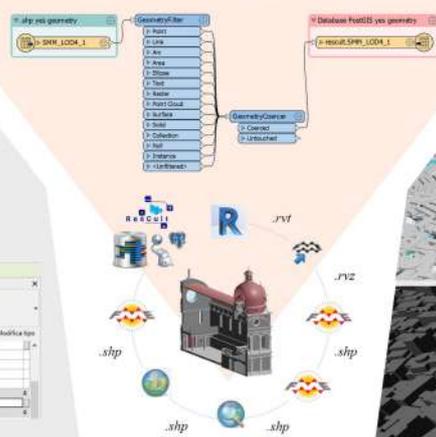
2. UNIONE FAMIGLIE IN UNO SHAPEFILE

file input .shp > file output .shp



3. CONVERSIONE GEOMETRIE E ATTRIBUTI

file input .shp > file output database PostGIS



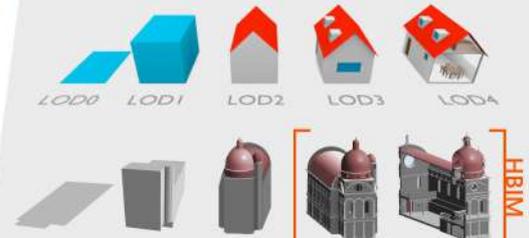
Il database (DB) scelto per testare la metodologia è quello proposto per il progetto ResCult. È un DB interoperabile, semanticamente strutturato e standardizzato, già organizzato secondo i diversi livelli di dettaglio, che consentono analisi multiscala per la valutazione del rischio e della vulnerabilità dei BBCC considerando dati territoriali e architettonici. Al fine di renderlo ancora più accessibile e fruibile, è stato pensato per una gestione e visualizzazione con software open source (Postgresql, PostGIS e QGIS).

Il database e gli standard



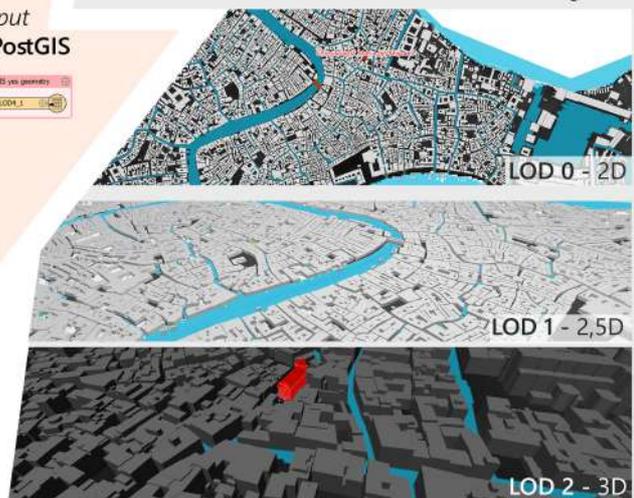
Logo del progetto ResCult e Standard geo-spaziali utilizzati per la strutturazione del database.

I Livelli di Dettaglio (LOD)

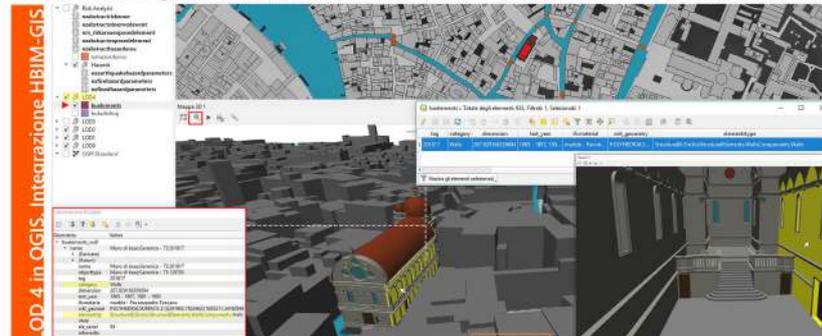


Suddivisione dei Livelli di Dettaglio secondo lo standard CityGML e della Chiesa di Santa Maria dei Miracoli.

Visualizzazione LOD in QGIS



Consultazione degli attributi derivanti dal modello HBIM nel DB GIS 3D visualizzabile con QGIS



RISULTATI

Valutazione interoperabilità HBIM-GIS

GEOMETRIE	Finestre	Muri	Modelli generici	Pavimenti	Pilastri	Tetti	Porte
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ATTRIBUTI	1°	2°	3°
1) Posizione geografica	✓	✓	✓
2) Parametri famiglie di sistema (materiali)	✓	✓	✓
3) Parametri condivisi e di progetto (anno restauro)	✓	✓	✓

Workspaces	1°	2°	3°
Finestre	✓	✓	✓
Muri	✓	✓	✓
Modelli generici	✓	✓	✓
Pavimenti	✓	✓	✓
Pilastri	✓	✓	✓
Tetti	✓	✓	✓
Porte	✓	✓	✓

