

Il progetto *Digital Twin* di Milano: caratteristiche e qualità attesa

Vittorio Casella¹[0000-0003-2086-7931], Marica Franzini¹[0000-0002-3921-5178], Bruno Monti e
Ambrogio Maria Manzino³[0000-0001-9237-3047]

¹ Università degli Studi di Pavia, (vittorio.casella; marica.franzini)@unipv.it

² Comune di Milano, Bruno.Monti@comune.milano.it

³ Politecnico di Torino, ambrogio.manzino@polito.it

1 Introduzione

I *Digital Twin* (https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_twin) sono una delle tecnologie più promettenti per la realizzazione di città intelligenti, sia in termini di pianificazione che di gestione, e molte grandi città, come New York e Shanghai, hanno iniziato a creare il proprio *Digital Twin*. Tra i primi in Italia a mostrare interesse per questa tecnologia è il Comune di Milano che ha recentemente aggiudicato un bando relativo alla realizzazione di un modello dettagliato di *Digital Twin* della città di Milano e della sua area metropolitana. La superficie totale censita sarà di circa 1600 Km².

La tipologia e la qualità dei dati utilizzati giocano un ruolo fondamentale sulla qualità dei risultati, soprattutto al giorno d'oggi quando molte tecniche di acquisizione, come le immagini oblique, lidar o MMS, hanno raggiunto la loro piena maturità. Il contributo illustrerà le principali caratteristiche dei rilievi progettati: le caratteristiche dei dati acquisiti, in termini di geometria, risoluzione e accuratezza; un innovativo metodo per caratterizzare la geometria dell'acquisizione dei dati fotogrammetrici, tenendo conto della contemporanea acquisizione di immagini nadirali e oblique; il dataset della “verità al suolo” necessario per la validazione dei dati acquisiti.

2 Metodologia

I dati georiferiti sono la risorsa strategica centrale di *Digital Twin* delle città. Le nuove tecnologie geomatiche forniscono metodi di acquisizione ed elaborazione dei dati sempre più rapidi ed automatici, permettendo la generazione di numerosi prodotti di alta qualità, con un livello di dettaglio impressionante. Seguendo questa tendenza, il progetto di Milano prevede di acquisire immagini fotogrammetriche aeree, nadirali e oblique, dati LiDAR e MMS. Il documento descriverà le loro caratteristiche tenendo conto che sono previsti:

- rilievo ottico aereo con GSD (Ground Sampling Distance) di 5 cm;
- rilievo LiDAR aereo con una densità minima di 20 punti per metro quadrato;
- rilievo MMS di tutte le strade della sola città di Milano con i seguenti requisiti minimi: GSD delle immagini 0,8 cm a 10 m di distanza, densità di punti lidar pari

a 1500 punti per metro quadrato, a distanza di 10 m (valutata su una superficie verticale posta parallela alla traiettoria del veicolo).

Per quanto riguarda la pianificazione dei voli aerei, molto spesso viene scritto che l'acquisizione dell'immagine verrà eseguita con i sovrapposizione R_l e R_t di 80% e 60%. Dati gli stessi rapporti, le camere fotogrammetriche disponibili sul mercato presentano valori significativamente diversi per gli ostacoli prospettici, che sono il problema principale quando viene rilevato un modello di città 3D. Il contributo illustrerà questo concetto prendendo in considerazione alcune camere commerciali, con configurazioni tipiche, come esempi. Il lavoro proporrà quindi un criterio non convenzionale, basato su una soglia del valore massimo consentito per le ostruzioni prospettiche. In questo modo è possibile pianificare i voli tenendo conto delle caratteristiche specifiche della camera utilizzata, fissando le sovrapposizioni per raggiungere la soglia di qualità stabilita.

Per la verifica a terra è stato invece previsto un complesso insieme di misure. In primo luogo, una rete GNSS ridondante, rigorosamente pianificata mediante simulazione, di cui saranno presentate le caratteristiche e i risultati della simulazione. Partendo da questa è prevista la creazione di un insieme di 200 zone, denominate aree di controllo, che consentiranno di orientare tutti i dati acquisiti (aerei e terrestri) e di verificarne la qualità. Queste aree conterranno misure e informazioni sia per l'uso tradizionale come punti di controllo fotogrammetrico a terra (segnaletica dipinta direttamente sul terreno) sia come aree di controllo lidar altimetrico (zone piane). Inoltre, alcune di esse (50), saranno caratterizzate dalla presenza di elementi (quali manufatti di forma semplice, come parallelepipedi) utili a valutare la qualità planimetrica dei dati lidar. Infine, saranno misurati 2000 punti indipendenti e ben definiti lungo le strade principali per verificare la qualità dei rilievi MMS. Rispetto ai documenti e alle specifiche tecniche esistenti, la metodologia proposta è più rigorosa e dettagliata, condivisibile quindi con futuri progetti e aperta a nuovi aspetti di ricerca.

3 Benefici e applicazioni

Secondo il *World Economic Forum*, gli attuali 4,2 miliardi di persone che vivono nelle aree urbane aumenteranno di 2,5 miliardi entro il 2050. Le aree metropolitane, come quella di Milano, devono quindi essere centri di sviluppo e analisi delle nuove tecnologie per supportare i bisogni futuri in termini di qualità della vita, crescita economica, sicurezza e resilienza. I dati acquisiti sulla Città Metropolitana di Milano saranno sfruttati per molte applicazioni, in parte già pianificate e in parte ancora sconosciute. Tra gli usi già previsti:

- sostenibilità: individuazione dei tetti idonei per installazioni fotovoltaiche o altre azioni energetiche innovative;
- censimento del verde pubblico e identificazione delle specie erbacee;
- maggiore efficienza nell'imposizione fiscale;

- migliore gestione delle attività amministrative; ad esempio, la concessione dei permessi per l'uso del suolo pubblico, richiesti da bar e ristoranti nel periodo estivo.

