

# Rilievo di un parco urbano con integrazione delle tecniche GNSS, NRTK, Laser Scanner e MMS.

Gino Dardanelli, Marco Carella

Questo articolo riassume l'esperienza dei ricercatori del Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali (DICAM) dell'Università di Palermo nell'ambito del rilievo di un parco urbano e la sperimentazione di strumenti, tecniche e metodi innovativi.

Da più di vent'anni il Parco d'Orleans, adiacente al campus Universitario di Palermo, rappresenta un laboratorio all'interno del quale effettuare sperimentazioni di alto livello scientifico.

Recentemente, una parte di questo parco è stata intitolata alla memoria di Ninni Cassarà, vice questore della Polizia di Stato e collaboratore di Giovanni Falcone. Esso si estende lungo la parte della campagna palermitana che va dal sito archeologico della "*Fossa della Garofala*" alla circoscrizione interna; conosciuto come il "*Giardino d'Orleans*", è stato costruito intorno al 1812 da Luigi Filippo Orleans e occupa una superficie di circa 66 ettari, di cui una grande parte destinata ad agrumi, colture orticole, un ampio giardino paesaggistico e una parte ornamentale e ricreativa adiacente alla zona della villa. Quest'ultima è stata trasformata diverse volte fino al completo abbandono, quando negli anni Cinquanta la Regione Siciliana ha acquisito parte della proprietà. Il parco Ninni Cassarà, di proprietà ora del Comune di Palermo, è stato ridisegnato attraverso una serie di sentieri, piste ciclabili, attrezzature sportive e rappresenta un polmone verde per una città come la nostra che è stata oggetto di notevoli speculazioni edilizie.

Per questo studio, inizialmente è stato progettato ed effettuato un rilievo NRTK dei confini, dei percorsi pedonali e ciclabili, delle infrastrutture edilizie a supporto del parco, sfruttando la rete di stazioni permanenti GNSS del DICAM (operativa dal 2007); il rilievo è stato condotto con l'ausilio di un singolo ricevitore rover Leica modello GS15. Preliminarmente al rilievo NRTK, sono stati materializzati e misurati in modalità statica sedici punti di controllo, che sono stati catalogati attraverso specifiche monografie.

Per quanto riguarda il rilievo delle essenze arboree, queste ultime rappresentano una porzione sostanziale del parco che è difficile da rilevare, ragionando in termini di elementi caratteristici, considerato che non si possono sempre ricondurre a geometrie semplici (basti pensare alle siepi o agli alberi da fusto). Per raggiungere precisioni elevate, senza ricorrere ad inutili esasperazioni, è stato condotto un rilievo con un ricevitore palmare Trimble modello GeoXH, concentrando lo studio sulla post-elaborazione dei dati grezzi e la valutazione delle precisioni ottenute. Infine, l'indagine è stata completata attraverso l'utilizzo del MMS Topcon modello IPS2. L'obiettivo era quello di integrare le prove GNSS attraverso lo sviluppo anche dei dati laser-scanner e di quelli posizionali georeferenziati, anche al fine di verificare la loro coerenza con i primi dati ottenuti dal rilievo NRTK.

Come è noto, il sistema MMS oggetto di studio è costituito da una serie di sensori posti su un mezzo mobile, che permettono di estrarre dati laser-scanner e fotogrammetrici georeferenziati senza l'ausilio di punti di controllo a terra.

L'attrezzatura utilizzata in questo lavoro era equipaggiata con sensori di posizione (un ricevitore GNSS, un sensore inerziale IMU che misura l'orientamento della piattaforma e di un odometro che rileva la velocità del veicolo e permette, per brevi distanze, di compensare l'assenza di segnale GNSS) e sensori di cattura delle immagini (telecamere stereoscopiche, camere sferiche e due laser-scanner).

L'MMS è stato accompagnato da un sistema di controllo che elabora i dati acquisiti, in modo da orientarli secondo un unico sistema di riferimento e da un opportuno software che può elaborare il posizionamento del veicolo attraverso due criteri:

- a) in tempo reale, ottenendo una soluzione meno precisa ma utile per la verifica della rilevazione della posizione;
- b) post-processing: soluzione che permette un calcolo migliore della traiettoria attraverso opportuni

algoritmi (es. filtro di Kalman).

Nel caso oggetto di studio è stato testato il metodo in post processamento, per potere confrontare con maggiore precisione le traiettorie rispetto ai punti isolati ricavati con il rilievo NRTK.

Sono stati ottenuti dai dati laser scanner modelli digitali del terreno significativi che sono stati verificati attraverso un confronto geometrico per scegliere quelli che meglio descrivono il comportamento delle infrastrutture del parco.

L'analisi dei risultati del rilievo NRTK rilievo ha portato alla descrizione ed elaborazione di più di 3000 punti. Questi sono stati sottoposti a vari controlli statistici attraverso l'estrazione di grafici a dispersione per ogni valore DOP, attraverso il controllo dei parametri di qualità per le tre coordinate spaziali. L'intervallo di variabilità delle componenti X, Y e Z è stata sempre contenuta all'interno di pochi centimetri di precisione.

L'indagine relativa alle essenze arboree attraverso la correzione EGNOS ha dimostrato la capacità di ottenere un'elevata precisione anche nelle zone che presentano rumore del segnale, con valori caratteristici decimetrici.

L'indagine MMS ha permesso di approfondire lo studio sui metodi per il trattamento delle nuvole di punti estratti attraverso sistemi MMS e georeferenziate con tecnologia IMU/GNSS. Questa fase della lavorazione ha confermato le difficoltà presentate a causa della grande quantità di dati. La nuvola di punti è stata sottoposta a rimozione del rumore attraverso le usuali operazioni evitando qualsiasi tipo di campionamento e conseguente perdita di dati. Sono stati isolati alcuni settori rappresentativi della nuvola di punti e sono stati estratti dei profili longitudinali, controllando la consistenza della nuvola con i dati ottenuti dal rilievo NRTK.

Infine sono state estratte sezioni con processi automatici e manuali e sono state realizzati modelli digitali sviluppando sezioni trasversali lungo l'asse longitudinale

Le sezioni sono state poi sottoposte a confronto dimensionale con il modello evidenziando notevoli differenze. L'estrazione automatica dalle sezioni non ha dato risultati soddisfacenti, poiché sono caratterizzati da un numero limitato di punti, mentre le sezioni estratte manualmente hanno mostrato un adeguato grado di definizione e precisione delle informazioni.

Al termine del rilievo è stata anche sovrapposta rispetto alla cartografia comunale tutti i risultati dei rilievi NRTK, MMS, EGNOS, ottenendo un supporto CAD in scala 1:2000, che rappresenta un valido aggiornamento cartografico, da potere utilizzare per eventuali operazioni di manutenzione.