AetherMMS: un software per la pianificazione e l'analisi predittiva delle condizioni GNSS a supporto dei rilievi Mobile Mapping

Matteo Cappuccio, Giorgio Del Ciondolo e Stefano Gandolfi

DICAM, Università di Bologna, Viale del Risorgimento 2, Bologna
matteo.cappuccio@unibo.it

Abstract. AetherMMS integra traiettoria, almanacchi GPS e Galileo e modelli tridimensionali del territorio per prevedere visibilità e geometria satellitare lungo un rilievo Mobile Mapping. Il confronto degli orari di partenza consente di individuare finestre favorevoli e tratti critici. Le prove sperimentali mostrano l'utilità operativa della pianificazione, distinguendo gli indicatori geometrici dalla qualità del posizionamento effettivamente ottenuto.

Parole chiave: GNSS, Mobile Mapping, Pianificazione del rilievo.

1 Obiettivo e metodo

La georeferenziazione dei rilievi Mobile Mapping dipende dalla disponibilità di osservazioni GNSS lungo la traiettoria. In ambito urbano, edifici e vegetazione modificano il cielo visibile, mentre il moto dei satelliti rende le condizioni variabili nel tempo. La pianificazione con modelli del terreno [1] viene qui estesa all'intera missione, associando a ciascuna posizione l'istante previsto di passaggio.

AetherMMS [2] combina un percorso in formato KML, una velocità assegnata, un modello digitale del terreno e dati di edifici e alberi. Le posizioni di GPS e Galileo sono ricavate dagli almanacchi; per ogni epoca, le linee di vista vengono confrontate con la scena tridimensionale. Gli edifici sono rappresentati come prismi e la vegetazione mediante volumi cilindrici. Sono inoltre individuati i tratti coperti, nei quali la disponibilità geometrica del GNSS è considerata nulla.

L'analisi restituisce il numero di satelliti in vista libera e il Position Dilution of Precision (PDOP), che descrive l'effetto della geometria satellitare sul posizionamento. Il confronto tra condizioni a cielo libero e presenza di ostacoli permette di localizzare le criticità lungo il percorso. L'interfaccia web visualizza la scena e gli esiti della simulazione (Fig. 1).

Una ricerca progressiva confronta diversi orari di partenza e affina quelli più favorevoli e sfavorevoli. Il punteggio combina disponibilità satellitare, PDOP e frequenza delle epoche critiche, fornendo un supporto alla scelta della finestra di acquisizione e alla preparazione dell'integrazione con altri sensori.

(a) (b)

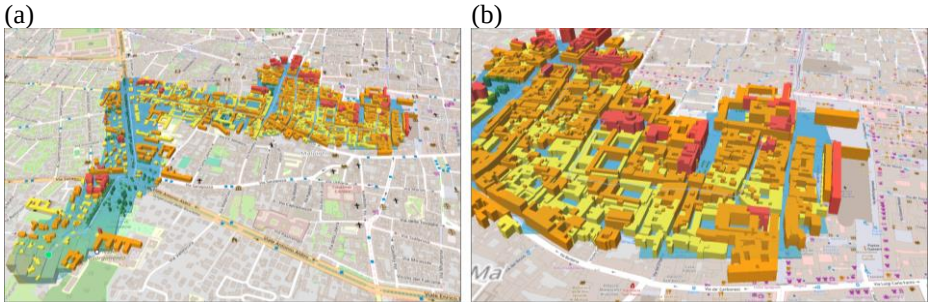

Fig. 1. Scena tridimensionale in AetherMMS: (a) vista d'insieme; (b) dettaglio.

2 Risultati e considerazioni

Nei test a Bologna, il percorso prevalentemente aperto mostra variazioni contenute: includendo gli ostacoli, il numero medio di satelliti in vista libera passa da 15,63 a 15,29, con PDOP mediano pari a 1,30. Nel percorso urbano la disponibilità media scende invece da 17,00 a 10,99 satelliti, con una riduzione del 35,4%. Il PDOP mediano aumenta da 1,18 a 1,95 e supera 4 nel 13% delle epoche, evidenziando criticità non riconoscibili con la sola ipotesi di cielo libero.

Una prova sullo stesso itinerario urbano, eseguita il 10 giugno 2026 con ricevitore STONEX S900A, ha confrontato due finestre temporali mediante elaborazione differenziale cinematica in RTKLIB. Nella finestra prevista come favorevole, le epoche con ambiguità fissate passano dal 6,3% al 25,7% e il tratto continuo con soluzione fixed cresce da 56 a 744 m.

Il riscontro sostiene l'utilità della scelta dell'orario, ma riguarda due acquisizioni e non quantifica l'accuratezza della traiettoria, in assenza di un riferimento indipendente. Il modello assume velocità costante e non simula multipath né attenuazione della vegetazione. AetherMMS offre quindi un supporto alla preparazione del rilievo e all'individuazione dei tratti critici, da integrare con le condizioni operative e le caratteristiche dei sensori.

Riferimenti bibliografici

1. Gandolfi, S., La Via, L.: SKYPLOT_DEM: a tool for GNSS planning and simulations. Applied Geomatics 3, 35-48 (2011).
2. Cappuccio, M.: AetherMMS, codice sorgente e manuale d'uso (2026). https://github.com/matteocappuccio/AetherMMS