

Monitoraggio di edifici in aree instabili: utilizzo di dati terrestri e satellitari applicati al versante franoso di Rovegliana (Recoaro Terme, Vicenza)

Massimo Fabris¹[0000-0002-4901-8522], Vladimiro Achilli¹, Xue Chen^{2,3}, Mario Floris², Andrea Menin¹, Michele Monego¹, Giulia Tessari⁴

¹ Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università di Padova, 35131 Padova, Italy. massimo.fabris@unipd.it, vladimiro.achilli@unipd.it, andrea.menin@unipd.it, michele.monego@unipd.it

² Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova, 35131 Padova, Italy, chenxue@cugb.edu.cn, mario.floris@unipd.it

³ School of Land Science and Technology, China University of Geosciences, 100083 Beijing, China,

⁴ Sarmap SA, 6987 Caslano, Switzerland; gtessari@sarmap.ch

Abstract. Il monitoraggio delle deformazioni di edifici in aree franose può essere effettuato con diverse tecniche di misura ad alta precisione: il laser scanning terrestre (TLS – Terrestrial Laser Scanning), la fotogrammetria terrestre mediante l’approccio SfM (Structure from Motion), il GNSS (Global Navigation Satellite System) oltre alle classiche metodologie topografiche. L’integrazione di queste diverse tecniche geomatiche, costituisce un’importante forma di monitoraggio che può essere ampliata e rafforzata quando le tecniche terrestri vengono combinate con quelle satellitari (in particolare con l’approccio InSAR – Interferometric Synthetic Aperture Radar) [1]. In questo lavoro le tecniche geomatiche terrestri sono state integrate con l’InSAR per il monitoraggio delle deformazioni di due edifici situati nell’area instabile di Rovegliana (Recoaro Terme, Vicenza) [2] (Fig. 1). L’area di frana, poco urbanizzata, è caratterizzata dallo scivolamento lungo il versante della copertura detritica con velocità da pochi millimetri all’ordine del centimetro all’anno, con riattivazione in seguito ad importanti precipitazioni [2]. Dall’ottobre 2018 sono state monitorate le deformazioni di due edifici caratterizzati dalla presenza di rilevanti quadri fessurativi: sono stati effettuati rilievi TLS con il laser scanner Leica ScanStation P20 [3] delle pareti più fessurate acquisendo nuvole di punti di inquadramento e di dettaglio in corrispondenza delle porzioni murarie più danneggiate. Delle stesse parti sono state acquisite anche immagini con la camera Canon EOS 5DS per il monitoraggio dell’evoluzione dei quadri fessurativi mediante la tecnica SfM. I punti d’appoggio, necessari per l’allineamento delle scansioni e l’orientamento delle immagini, sono stati misurati mediante la stazione integrata Leica TC1201 rispetto alle due reti locali di riferimento per il monitoraggio di entrambi gli edifici. La rete locale è stata quindi inquadrata nel sistema UTM mediante misure GNSS: la rete GNSS di inquadramento generale risulta costituita da 11 vertici: 3 punti esterni all’area di frana per la definizione e verifica della stabilità del sistema di riferimento e 8 punti interni per il monitoraggio degli spostamenti (4 punti appartenenti alle 2 reti topografiche locali e

altri 4 distribuiti nell'area di frana per la valutazione degli spostamenti e la validazione dei dati InSAR): le baseline della rete sono state misurate con tempi di acquisizione di 3 ore. Il rilievo effettuato nell'ottobre 2018 è stato ripetuto con la stessa configurazione nel giugno 2019, ottobre 2019 e ottobre 2020. I risultati hanno permesso di mappare i quadri fessurativi più rilevanti delle pareti dei due edifici e di valutarne i cambiamenti attraverso il confronto multi-temporale, oltre che stimare le velocità di deformazione dell'area in frana. Contestualmente sono state elaborate immagini SAR acquisite dai satelliti Sentinel-1A/B dall'ottobre 2014 al novembre 2019: i risultati della combinazione ascendente-discendente hanno permesso di valutare gli spostamenti E-O e verticali nell'area di studio. I risultati finali, derivanti dal confronto dei rilievi multi-temporali, non hanno evidenziato modifiche dei quadri fessurativi dei due edifici: tuttavia le misure GNSS, confermate dai dati InSAR, hanno mostrato spostamenti nell'ordine massimo di 1 cm/anno lungo la linea di massima pendenza del versante, facendo ipotizzare quindi un movimento rigido dei due edifici.

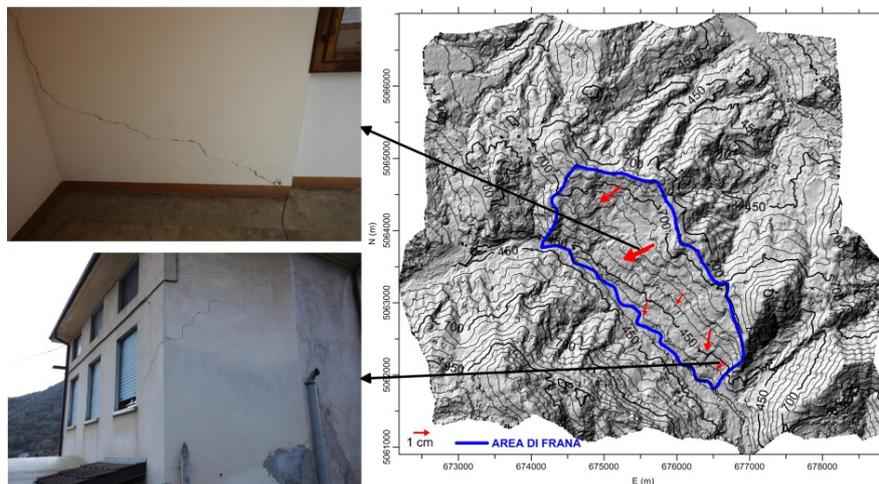


Fig. 1. Area di frana sul DEM (Digital Elevation Model) estratto da un rilievo aerofotogrammetrico effettuato nel 2005 con i vettori spostamento planimetrici ottenuti dal confronto tra le coordinate dei punti GNSS (ottobre 2020 – ottobre 2018). Sono riportate anche due immagini che evidenziano i quadri fessurativi degli edifici monitorati.

Riferimenti bibliografici

1. Fiaschi, S., Fabris, M., Floris, M., Achilli, V.: Estimation of land subsidence in deltaic areas through differential SAR interferometry: the Po River Delta case study (Northeast Italy). *Int. J. Remote Sens.* 39, 8724–8745 (2018).
2. Tessari, G., Floris, M., Achilli V., Fabris, M., Menin, A., Monego, M.: Testing Sentinel-1A data in landslide monitoring: a case study from North-Eastern Italian pre-Alps. In: *Workshop on World Landslide Forum, 29 May-2 June 2017, Ljubljana, Slovenia*, pp. 209–217 (2017).
3. Monego, M., Menin, A., Fabris, M., Achilli, V.: 3D survey of Sarno Baths (Pompeii) by integrated geomatic methodologies. *J. Cult. Heritage* 40, 240–246 (2019).