

Il Villaggio delle Macine. Nuove evidenze dal telerilevamento multispettrale e dall'aerofotogrammetria storica

A. Pieragostini, G. Leoni

1. Contesto

Il Villaggio delle Macine è un insediamento palafitticolo di età del Bronzo Medio (ca. 2140–1490 a.C. cal.) situato sulla sponda nord-occidentale del Lago Albano, all'interno della caldera dei Colli Albani. Il sito, esteso per circa 2 ha, si sviluppa in ambiente peri-lacustre vulcanico e rappresenta un caso di particolare rilievo per la conservazione delle strutture lignee e per la ricostruzione del paesaggio protostorico. Le oscillazioni del livello del lago e l'arretramento della linea di costa hanno progressivamente favorito l'emersione di nuove porzioni del deposito archeologico.

2. Obiettivi

La ricerca mira ad aggiornare la lettura topografica del sito attraverso l'integrazione tra aerofotografie storiche, rilievo UAV multispettrale, fotogrammetria digitale e analisi GIS. L'obiettivo principale è il riconoscimento di anomalie morfologiche e vegetazionali riferibili a strutture della piattaforma palafitticola e a possibili estensioni del villaggio lungo l'antico margine lacustre.

3. Metodologia UAV

Il rilievo è stato eseguito con drone DJI Mavic 3M, dotato di sensore RGB e quattro camere multispettrali (*green, red, red-edge, NIR*), con sistema RTK per la georeferenziazione centimetrica. La campagna di acquisizione è stata pianificata in funzione della stagionalità, delle condizioni di illuminazione e del minimo livello lacustre, così da massimizzare la leggibilità delle anomalie. Il protocollo ha previsto quota di volo compresa tra 35 e 80 m AGL e sovrapposizione delle immagini pari a 80% frontale e 60–70% laterale, così da ottenere mosaici coerenti e idonei all'elaborazione fotogrammetrica e multispettrale.



Fig. 1: inquadramento topografico



Fig. 2: vista da drone dell'area archeologica

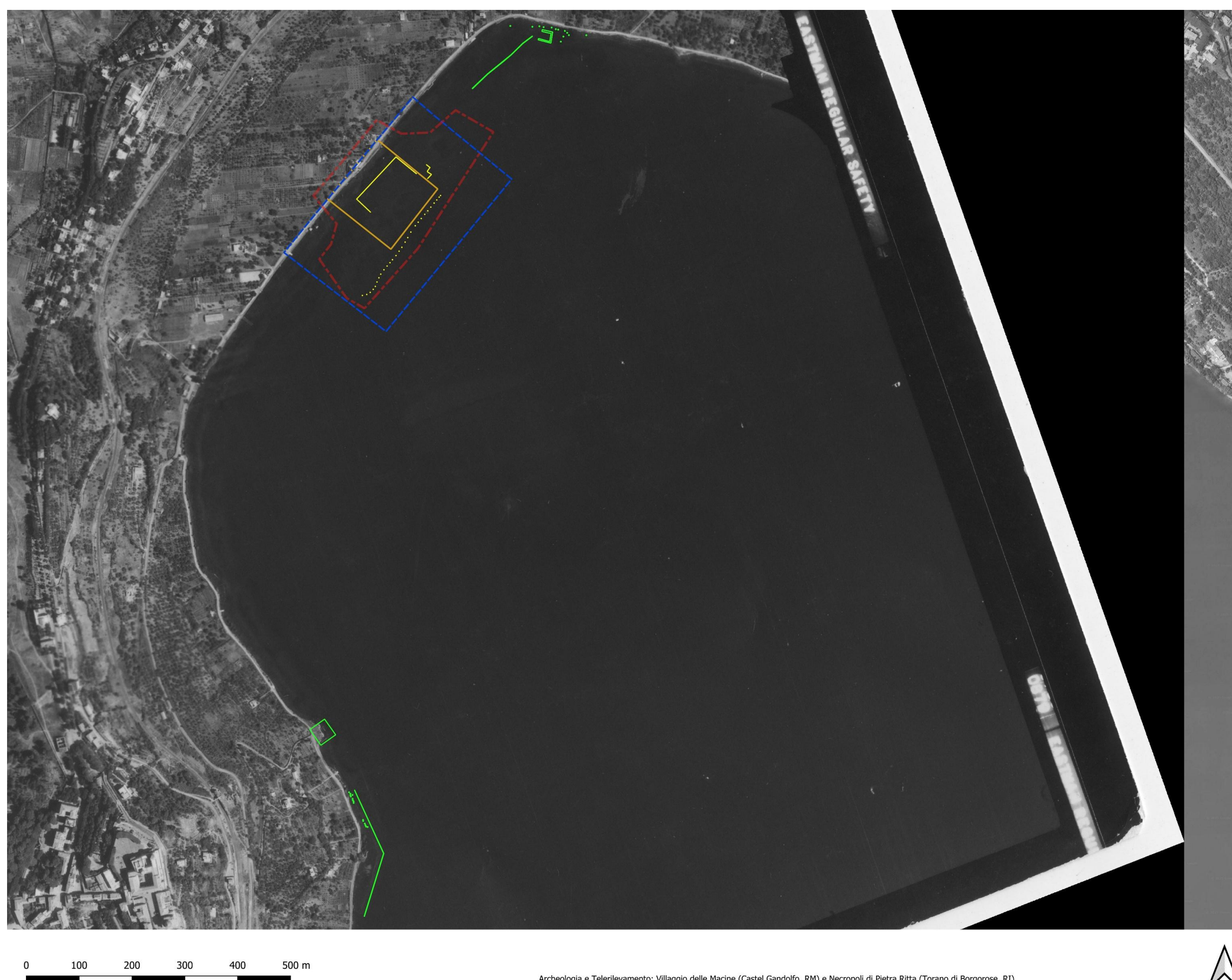


Fig. 3: tavola riassuntiva su aerofotogrammetria storica (Foto RAF 1944). Si nota la differenza nella linea di costa

4. Elaborazione dei dati

Le immagini sono state elaborate in Agisoft Metashape mediante workflow SfM/DIM per la produzione di ortofoto ad alta risoluzione, modelli digitali di superficie e modelli tridimensionali.

Successivamente, in ambiente GIS, i dati UAV sono stati integrati con cartografia, aerofotografie storiche e documentazione archeologica pregressa.

Sono stati applicati indici multispettrali selezionati in base alle caratteristiche del contesto peri-lacustre e vulcanico, tra cui NDWI, SR, OSAVI e TCARIOSAVI, al fine di evidenziare differenze di umidità, risposta vegetazionale e possibili anomalie archeologiche.

5. Risultati

L'analisi integrata ha confermato il settore rettangolare principale già noto della piattaforma palafitticola, pari a circa 5.400 m², e ha consentito di proporre una lettura più articolata delle sue relazioni con il margine di riva. Le mappe multispettrali e il confronto con la documentazione storica hanno evidenziato ulteriori anomalie lineari e subcircolari distribuite lungo la spiaggia e nei primi metri di fondale. In particolare, alcuni allineamenti prossimi alla riva e una serie di anomalie puntuali coerenti per posizione e morfologia suggeriscono la possibile presenza di ulteriori elementi strutturali, da verificare con future indagini di terreno e controlli subacquei.

6. Interpretazione e prospettive

L'integrazione tra aerofotogrammetria storica e telerilevamento multispettrale si è rivelata efficace per l'aggiornamento della mappa archeologica del sito e per il monitoraggio delle trasformazioni del paesaggio perilacustre. L'approccio adottato conferma il valore delle tecniche non invasive nella documentazione, tutela e programmazione di futuri approfondimenti sul Villaggio delle Macine.



Fig. 4: ortofoto da drone

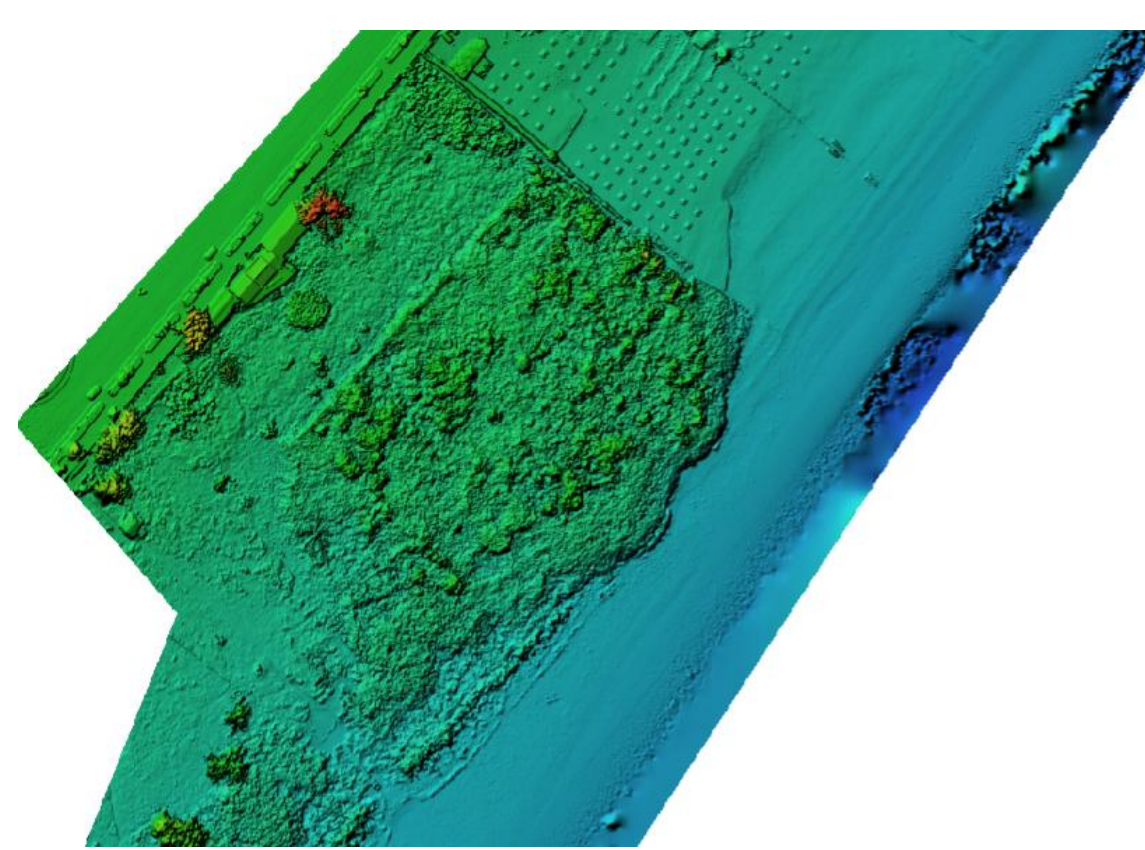


Fig. 5: DEM da drone

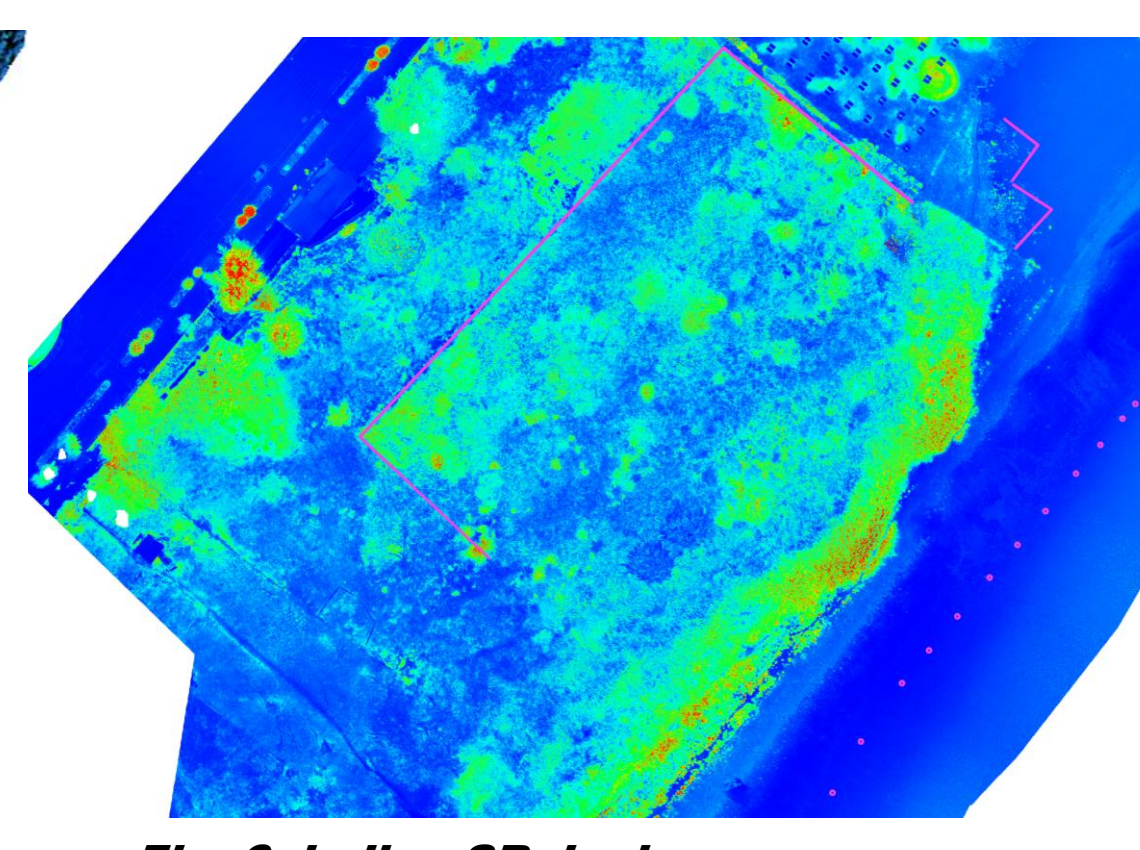


Fig. 6: indice SR da drone

BIBLIOGRAFIA

- AGAPIOU A. ET AL., «Optimum temporal and spectral window for monitoring crop marks over archaeological remains in the Mediterranean region», in *Journal of Archaeological Science* 40, 2013, pp. 1479–1492.
- ANGELINI I. ET AL., «Il Villaggio delle Macine (Castelgandolfo, Roma)», in *Lazio e Sabina* 3, 2006, pp. 157–168.
- ANGLE M. ET AL., «Villaggio delle Macine», in C. BELARDELLI, M. ANGLE, F. DI GENNARO, F. TRUCCO (eds.), in *Repertorio dei siti protostorici del Lazio. Province di Roma, Viterbo e Frosinone*, Firenze 2007, pp. 173–181.
- ANGLE M. ET AL., «A Hidden Perilacustrine Settlement. A Village and Its Fields during the Middle Bronze Age», in *Hidden Landscapes of Mediterranean Europe. Cultural and Methodological Biases in Pre- and Protohistoric Landscape Studies*, BAR International Series 2320, Oxford 2011, pp. 231–236.
- ANGLE M. ET AL., «Il sito su impalcato ligneo del Villaggio delle Macine a Castel Gandolfo (Roma)», in G. GHINI, Z. MARI, A. RUSSO TAGLIENTE (eds.), in *Lazio e Sabina* 10. Atti del Convegno "Decimo Incontro di Studi sul Lazio e la Sabina", Roma 2014, pp. 315–318.
- ANGLE M. ET AL., «Un abitato dell'Età del Bronzo sui Colli Albani. Nuovi dati dal sito su impalcato ligneo del Villaggio delle Macine, Castel Gandolfo (Roma)», in A. L. FISCHETTI, P. A. J. ATTEMA (eds.), in *Alle pendici dei Colli Albani. Dinamiche insediative e cultura materiale ai confini di Roma*, Roma 2019, pp. 179–184.
- BENNETT R. ET AL., «The Application of Vegetation Indices for the Prospection of Archaeological Features in Grass-dominated Environments», in *Archaeological Prospection* 19 (3), 2012, pp. 209–218.
- CAMPANA S., «Drones in Archaeology. State-of-the-Art and Future Perspectives», in *Archaeological Prospection* 24 (3), 2017, pp. 237–283.



SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGIA, BELLE ARTI E PAESAGGIO
PER L'AREA METROPOLITANA DI ROMA E PER LA PROVINCIA DI RIETI



15° Incontro di Studi
27 - 29 maggio 2026

Lazio e Sabina