

Grazia Tucci<sup>1</sup>, Valentina Bonora<sup>2</sup>, Nadia Guardini<sup>3</sup>, Armagan Gulec Korumaz<sup>4</sup>, Mustafa Korumaz<sup>5</sup>

Geomatics and Communication for Cultural Heritage Lab  
Department of Civil and Environmental Engineering  
University of Florence

<sup>1</sup> grazia.tucci@unifi.it - <sup>2</sup> valentina.bonora@archimetro.it  
<sup>3</sup> nadia.guardini@unifi.it - <sup>4</sup> gulec.armagan@gmail.com  
<sup>5</sup> mkorumaz@gmail.com

## PRESENTAZIONE

I sistemi aerei a pilotaggio remoto (RPAS) anche noti con il nome di UAV - Unmanned Aerial Vehicles - costituiscono uno dei temi centrali della ricerca nel campo delle tecniche di rilievo short- e close-range. Secondo la definizione internazionale UVS (International Remotely Piloted Systems Information Source), un UAV è un velivolo qualunque progettato per operare senza un pilota umano a bordo (<http://www.uvs-international.org>). In passato, lo sviluppo di sistemi e piattaforme UAV è stato spinto principalmente da obiettivi ed applicazioni militari. Ispezioni, sorveglianza, ricognizione e mappatura delle aree ostili erano gli obiettivi principali. Sebbene la prima esperienza nel campo della geomatica sia stata effettuata circa tre decenni fa, solo recentemente i sistemi UAV sono divenuti di comune utilizzo per l'acquisizione dei dati.

La causa può essere imputata al crescente interesse per lo studio di soluzioni low-cost in un contesto che attribuisce importanza sempre maggiore al tema della sostenibilità. Dal momento che le tecniche di telerilevamento comportano in genere costi elevati in relazione ai sistemi che utilizzano (piattaforme aeree che richiedono sensori sofisticati) gli UAV costituiscono una valida ed economica alternativa e la loro applicazione in ambito civile sta avendo una vasta diffusione, abbracciando settori quali: agricoltura, silvicoltura, archeologia ed architettura, ambiente, gestione delle emergenze, monitoraggio ambientale.

## OBIETTIVI DELLA RICERCA

Lo scopo della ricerca è indagare i punti di forza e le criticità delle tecniche di rilievo da piattaforme aeree a pilotaggio remoto per la documentazione ed il monitoraggio del territorio. In particolare, nell'ambito delle attività svolte come collaborazione tra il Laboratorio GeCo ed il Laboratorio congiunto GeCo|HUB ci si è proposti di affrontare i seguenti problemi aperti:

- progettazione e gestione del piano di volo;
- valutazione della possibilità di utilizzo delle tecniche di orientamento diretto grazie all'ausilio di sensori GNSS e INS;
- valutazione delle possibilità offerte dalle differenti piattaforme (ala fissa o mobile);
- sensoristica: camere compatte, reflex e IR, profilometri laser;
- soluzioni software commerciali e open-source per l'elaborazione dei dati.

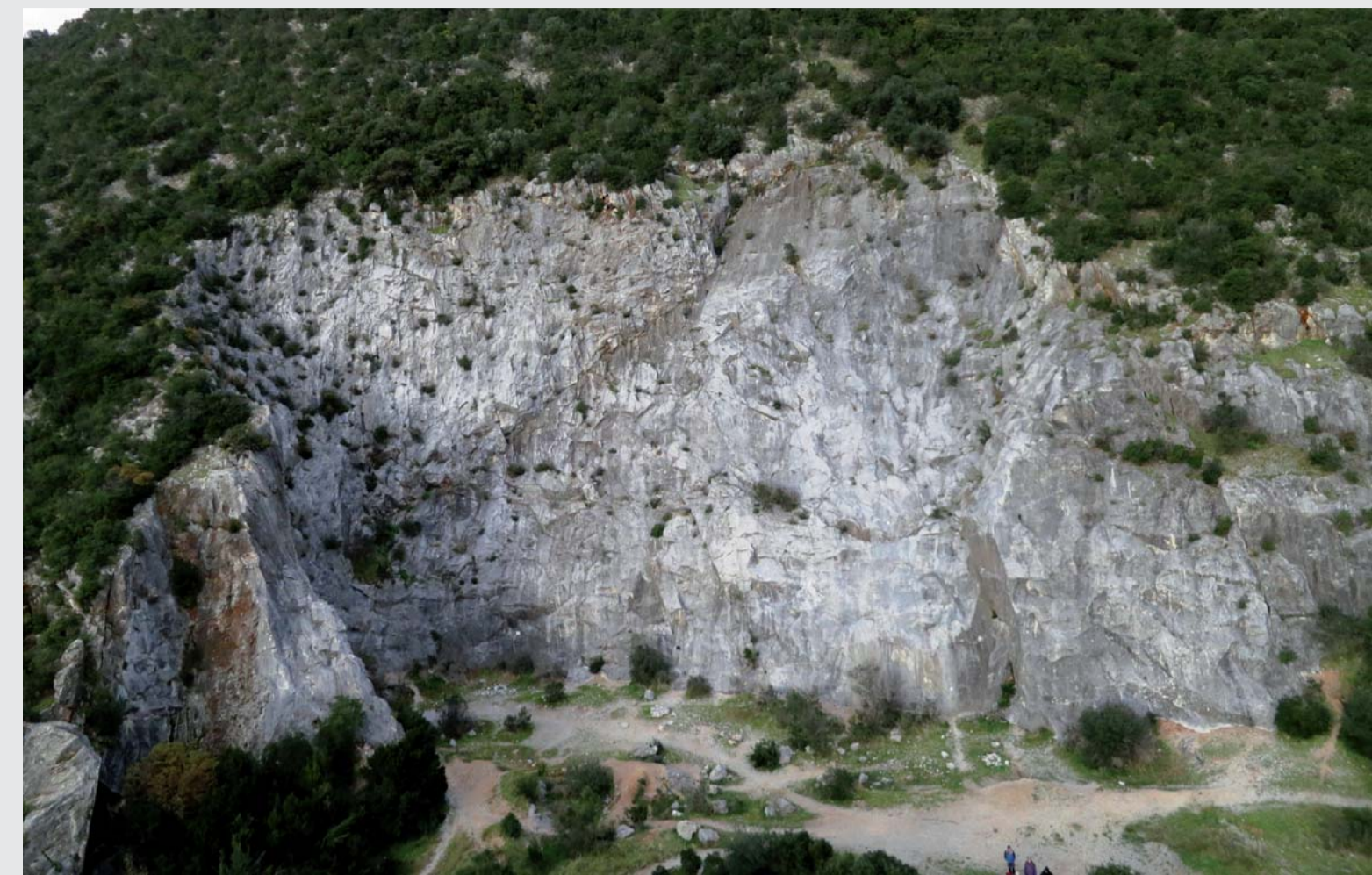
## APPLICAZIONE A CASI STUDIO

L'applicazione a casi di studio reali consente di valutare potenzialità e punti deboli dei diversi sistemi in relazione al tipo di oggetto. Nello specifico si presentano due casi studio per i quali sono stati utilizzati sistemi differenti: un drone multirottore per il rilievo di una cava (Caso 1) ed un drone ad ala fissa per il rilievo di un contesto fluviale (Caso 2).

	Caso 1	Caso 2
<b>sistema</b>	multi rotore	ala fissa
<b>tempo totale di volo</b>	10 min	35 min
<b>n° foto</b>	85	200
<b>n° voli</b>	2	4
<b>Foto usate</b>	71	45
<b>Estensione rilevata</b>	100 x 70 m	500 x 50 m
<b>misura GCP</b>	Total station	RTK

Tabella riassuntiva dei dati di rilievo

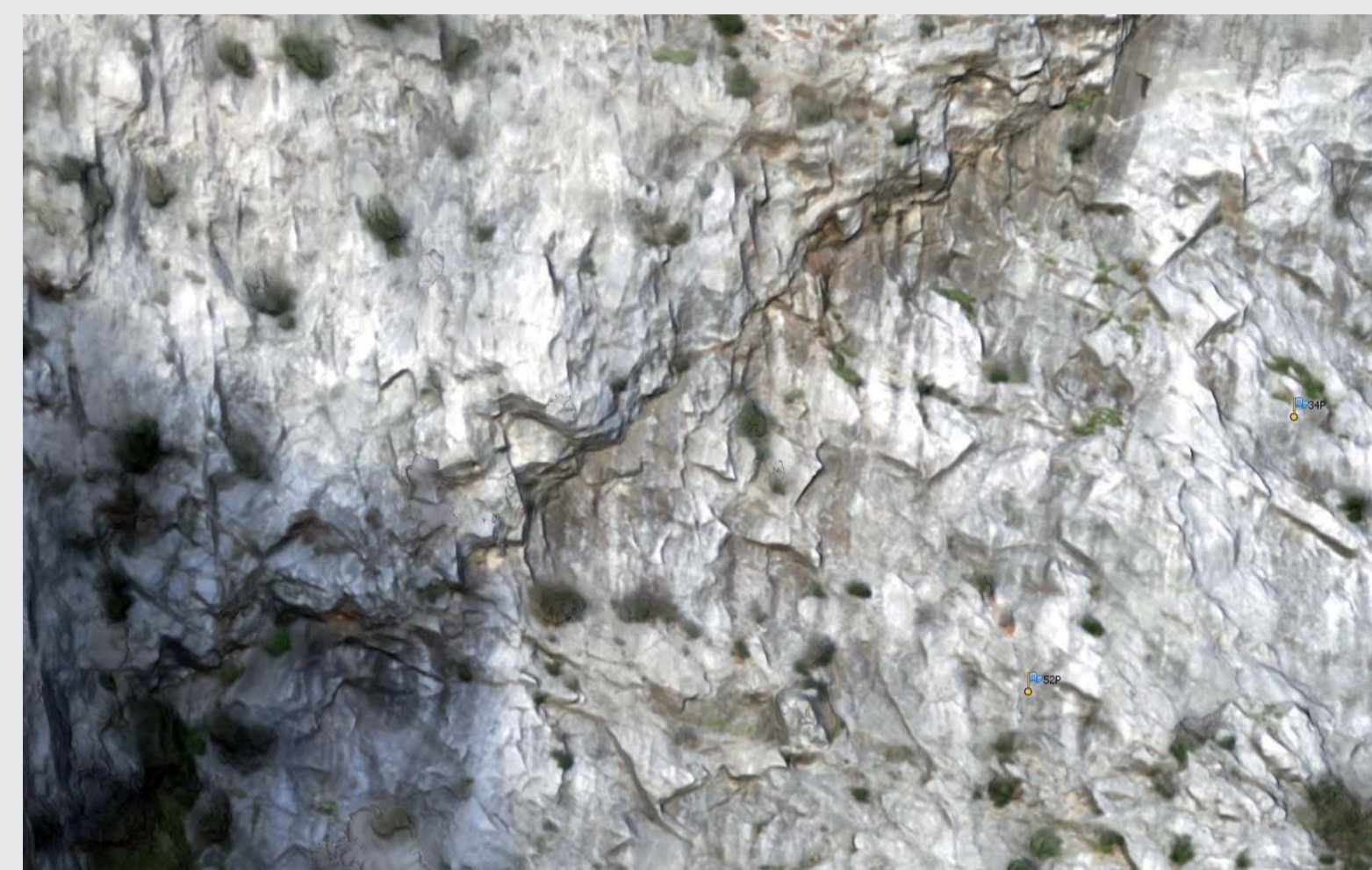
### Cava Grigia di Monsummano Terme (Pistoia)



Ripresa aerea della cava



AeroMax 600 - Microgeo

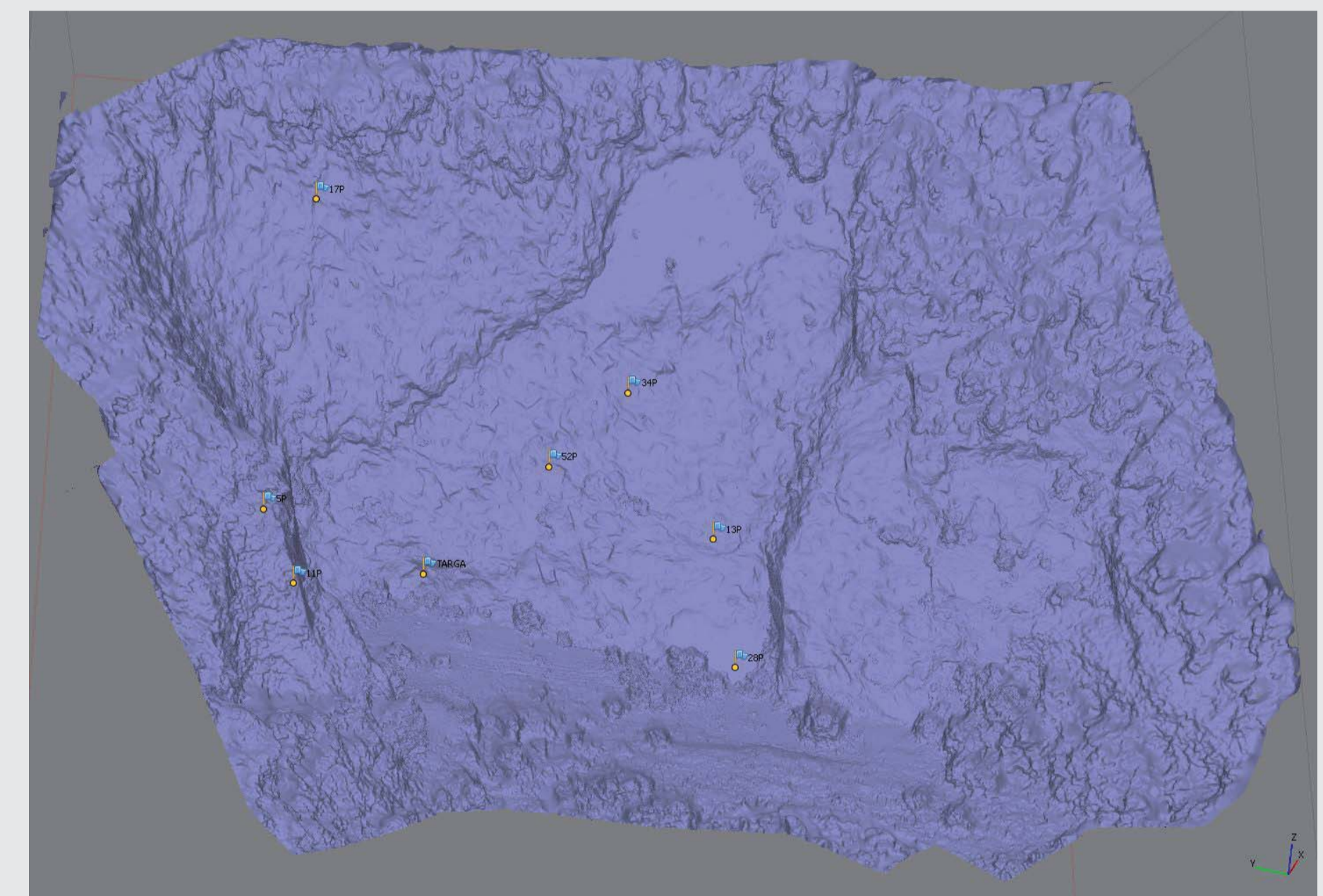


Dettaglio del modello (31 milioni di poligoni) con texture ad alta risoluzione

Il primo caso studio riguarda il rilievo della Cava Grigia a Monsummano (Pistoia). Il progetto coinvolge i Comitati direttivi regionali e la commissione Interregionale Scuole di Alpinismo, sciapinismo e arrampicata libera della Toscana ed Emilia Romagna, ed è realizzato nell'ambito di un accordo tra C.A.I., Proprietà delle Cave, Comune di Monsummano Terme. Obiettivo del progetto è fornire la documentazione metrica necessaria al prof. Carlo Alberto Garzonio (direttore del LAM - Dipartimento di Scienze della Terra, UniFi) di effettuare elaborazioni geomeccaniche dettagliate di stabilità allo scopo di attrezzare la parete calcarea come palestra di roccia.

Considerata la conformazione della cava, è stato scelto di utilizzare un drone per le riprese fotografiche. L'ottocottero AeroMax600 (Microgeo), monta una camera compatta (Canon PowerShot S100), oltre a GPS e piattaforma IMU. Il sistema è stato pilotato, da Marco Salvadori, per realizzare una serie di immagini pressoché ortogonali rispetto alla parete e altre prese del terreno immediatamente antistante la cava. Durante la campagna di rilievo sono state realizzate delle misure topografiche di punti di controllo, posizionati sulla parete rocciosa con l'aiuto di Aldo Terreni e Franco Falai del CAI sezione di Firenze. Sono state inoltre realizzate alcune scansioni 3D della cava (Studio Associato Nesti e Salvadori).

Un primo test è stato effettuato sperimentando le procedure di orientamento automatico disponibili all'interno del software Agisoft Photoscan, su un campione di 71 foto (pressoché ortogonali rispetto alla parete). L'orientamento delle immagini è stato ottimizzato con i punti di controllo di coordinate note, che hanno consentito anche la valutazione dell'accuratezza degli orientamenti e della ricostruzione 3D.

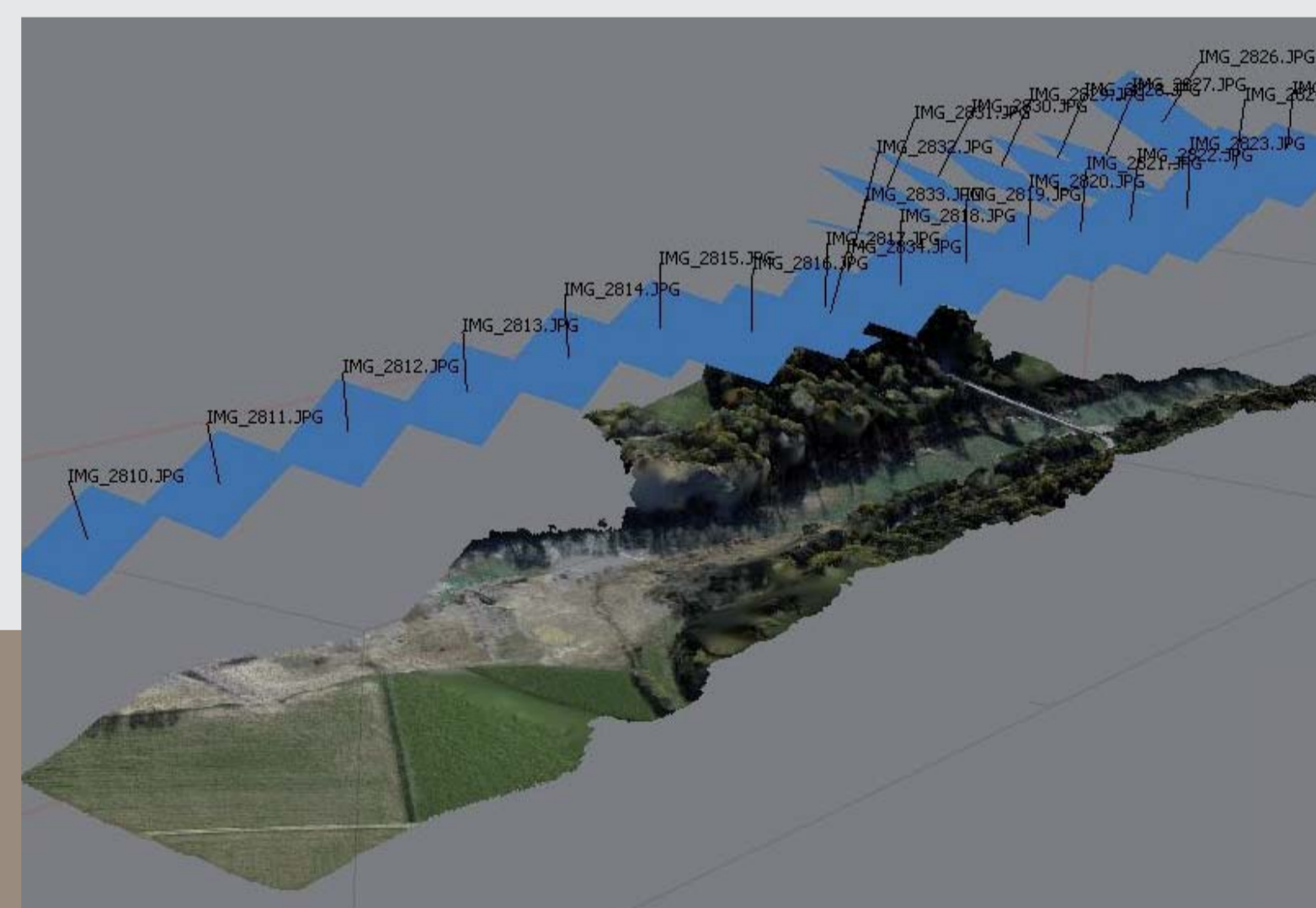


Modello mesh generato in Photoscan (31 milioni di poligoni)

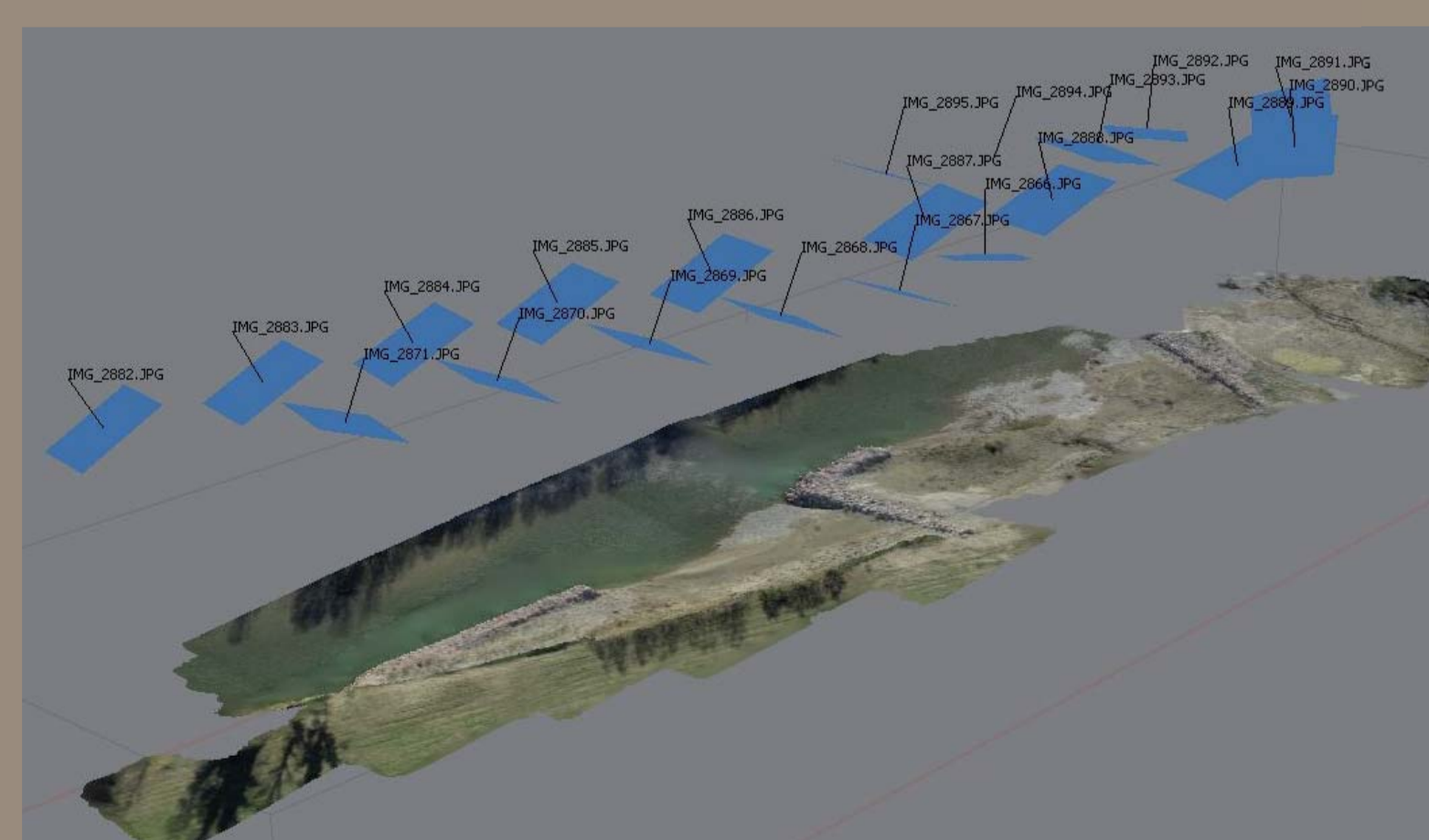
### Tratto di fiume Ombrone (Sasso d'Ombrone - Grosseto)



Ripresa aerea del fiume



Modello 3D ricavato dal set di 25 foto a quota + 180 m



Modello 3D ricavato dal set di 20 foto a quota + 100 m

Il secondo caso di studio scelto per la sperimentazione è costituito da un tratto del fiume Ombrone Grossetano, in prossimità della frazione Sasso d'Ombrone, in comune di Cinigiano (GR). L'Ombrone è il più grande fiume della Toscana meridionale, nasce sul versante sud-orientale dei Monti del Chianti e dopo un corso molto articolato sfocia nel Mar Tirreno a sud-ovest di Grosseto.

Il suo corso è caratterizzato da una significativa portata di sedimenti in sospensione, a causa delle caratteristiche di alta erodibilità dei terreni argillo-sabbiosi su cui scorre.

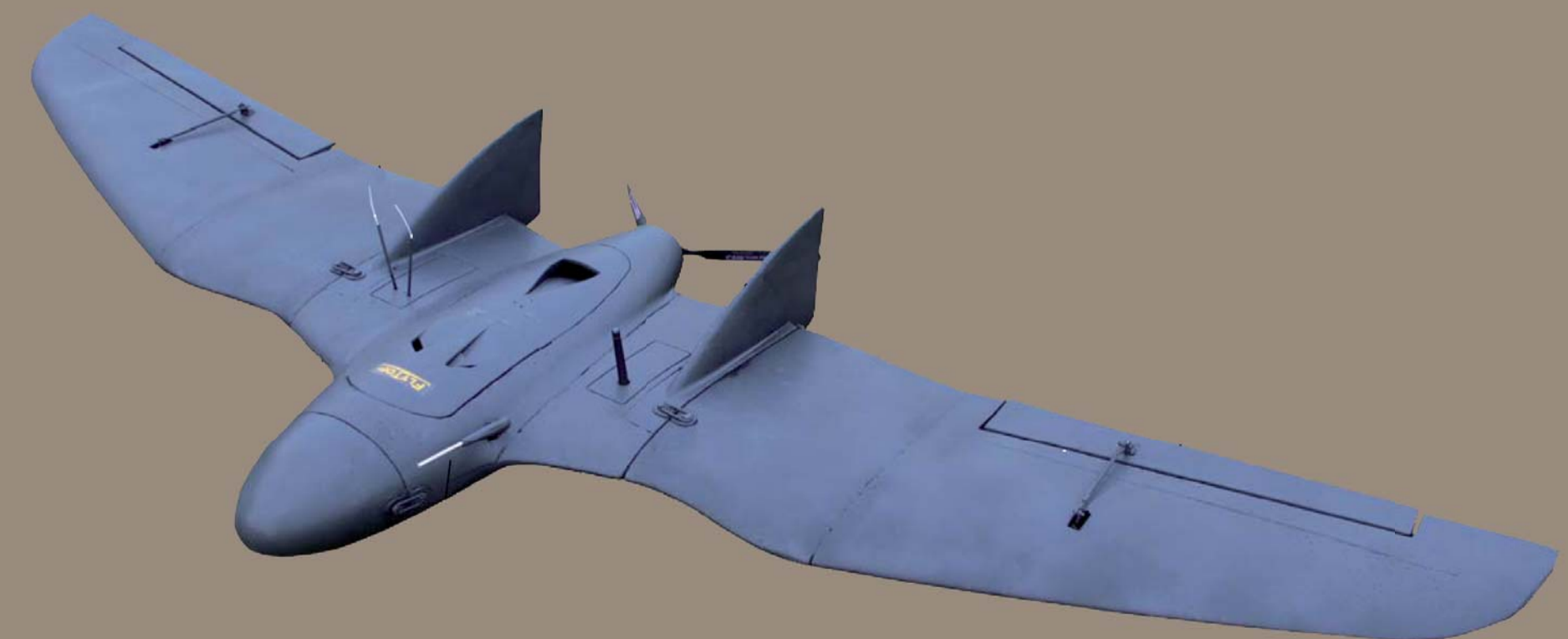
Il regime pluviometrico è caratterizzato da una marcata stagionalità, con periodi di magra estremi in estate e piene turbolente in autunno.

Si concentrerà l'attenzione sul rilievo degli argini e della vegetazione spondale al fine di avviare un progetto di monitoraggio dell'ecosistema fluviale.

Vista l'estensione del tratto di fiume da rilevare e le caratteristiche morfologiche dell'intorno, si è deciso di realizzare le prime acquisizioni da piattaforma aerea a bassa quota. Il sistema ad ala fissa che è stato utilizzato (FlyGeo di FlyTop), monta una fotocamera digitale (Canon IXUS 140), una piattaforma IMU ed un'antenna GPS. Marco Delfino (GeoMax) si è occupato della misura, con sistemi di posizionamento satellitare, delle mire fotogrammetriche per la georeferenziazione del rilievo.

Durante la campagna, sono stati eseguiti 4 voli a quota diversa. L'elaborazione ha riguardato due set di immagini; il primo comprendente 25 immagini estratte dal volo a quota +180 m (a sinistra) ed il secondo comprendente 20 immagini estratte dal volo a quota +100 m (in basso a sinistra).

Dopo l'allineamento e la referenziazione sono stati costruiti i relativi modelli mesh; nel primo caso, il modello realizzato comprende l'intera estensione rilevata, mentre nel secondo caso l'area più a valle. Questa scelta è stata fatta per valutare la leggibilità del modello, in funzione della risoluzione, allo scopo di riconoscere e quantificare la vegetazione arbustiva spondale.



FlyGeo - FlyTop

## Geomatics and Communication for Cultural Heritage Laboratory

University of Florence - Department of Construction and Restoration

[www.geomaticaconservazione.it](http://www.geomaticaconservazione.it)

Director:  
prof. Grazia Tucci

arch. Valentina Bonora (PhD Research fellow)  
arch. Alessandro Conti (Consultant)  
arch. Lidia Fiorini (Research Fellow)  
arch. Nadia Guardini (PhD Candidate)  
arch. Armagan Gulec Korumaz (PhD Candidate)  
arch. Mustafa Korumaz (Visiting researcher)

Progetto svolto in collaborazione con:  
Microgeo e FlyTop

Si ringraziano: Simone Orlandini, Marco Salvadori (Microgeo); Gabriele Santiccioli (FlyTop); Marco Delfino (GeoMax); lo studio Associato Roberti Nesti e Sauro Salvadori per il supporto durante la fase di acquisizione.