

# PIATTAFORME UAV AD ALA FISSA E ROTANTE PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE

di Grazia Tucci, Valentina Bonora, Nadia Guardini

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 PILOATED SYSTEMS INFORMATION SOURCE), UN UAV È UN VELIVOLO QUALUNQUE PROGETTATO PER OPERARE SENZA UN PILOTA UMANO A BORDO ([HTTP://UVS-INFO.COM/](http://UVS-INFO.COM/)).



Ottocottero AeroMax600 utilizzato per il rilievo della Cava Grigia

In passato, lo sviluppo di sistemi e piattaforme UAV è stato sollecitato principalmente da finalità e applicazioni militari. Ispezioni, sorveglianza, ricognizione e mappatura delle aree ostili erano gli obiettivi principali. Solo recentemente i sistemi UAV sono divenuti di comune utilizzo per l'acquisizione di dati metrici e si stanno diffondendo le applicazioni in ambito civile. 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.

## GLI OBIETTIVI DELLA RICERCA

Lo scopo della ricerca in oggetto è stato quello di 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 da GeCo|HUB, laboratorio congiunto dell'Università di Firenze, con Leica Geosystems s.p.a e Microgeo s.r.l., 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.

## L'APPLICAZIONE A CASI STUDIO REALI

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 delle sponde fluviali (Caso 2).

Il primo caso studio riguarda il rilievo della Cava Grigia a Monsummano (Pistoia). Il progetto coinvolge i Co-

mitati direttivi regionali e la commissione Interregionale Scuole di Alpinismo, sciaplinismo 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 per effettuare elaborazioni geomeccaniche dettagliate di stabilità (a cura del prof. Carlo Alberto Garzonio, direttore del LAM - Dipartimento di Scienze della Terra, UniFi). La successiva messa in sicurezza della parete ne consentirà la fruizione come palestra di roccia.

Considerata la conformazione della cava, è stato scelto di utilizzare un drone ad ala mobile per le riprese fotografiche. L'ottocottero AeroMax600 (Microgeo) monta una camera compatta (Canon PowerShot S100), oltre a GPS e piattaforma IMU.



Esempio di immagine scattata alla Cava Grigia a Monsummano



Esempio di immagine scattata lungo il corso dell'Ombrone Grossetano

Il sistema è stato pilotato per acquisire una serie di immagini pseudo-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 rocciatori esperti del CAI, sezione di Firenze. Il contestuale rilievo laser scanner è stato utilizzato per il confronto con i modelli fotogrammetrici.

Un primo test è stato effettuato sperimentando le procedure di orientamento automatico, con il software Agisoft Photoscan, su un

campione di 71 foto pressoché ortogonali rispetto alla parete. Alcuni dei punti misurati topograficamente sono stati impiegati per la scalatura e referenziazione del modello, mentre altri check points hanno consentito la valuta-

zio-

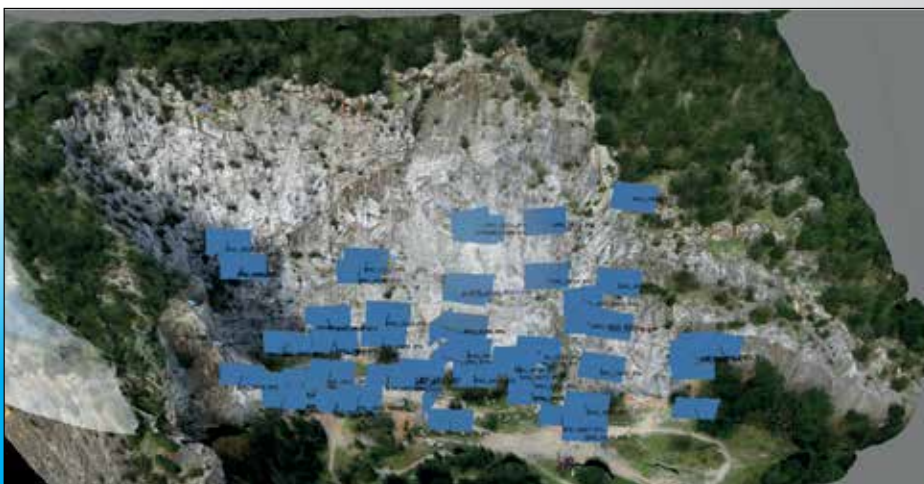
ne dell'accuratezza della ricostruzione 3D.

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. E' caratterizzato da una significativa portata di sedimenti in sospensione, a causa dell'alta erodibilità dei terreni argillosabbiosi su cui scorre. Il regime pluviometrico è marcatamente stagionale, con periodi di magra estremi in estate e piene turbinate in autunno.



Drone ad ala fissa utilizzato per il rilievo del tratto di fiume



Modello 3D texturizzato e posizione delle camere orientate invece di Esempio di immagine scattata alla Cava Grigia a Monsummano

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

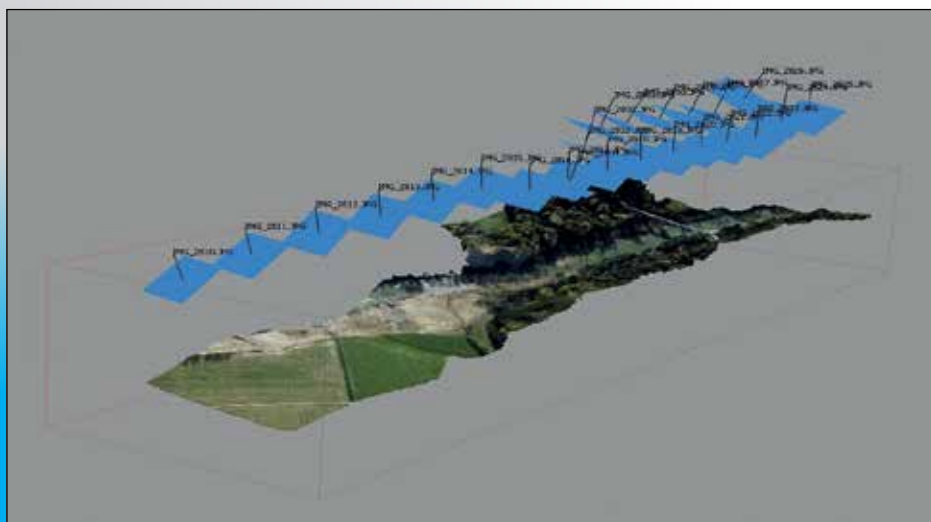
Vista l'estensione del tratto di fiume da rilevare e le caratteristiche morfologiche dell'intorno, si è deciso di realizzare le prime acquisizioni da piattaforma aerea a bassa quota. Il sistema ad ala fissa che è stato utilizzato (FlyGeo di FlyTop), monta una fotocamera digitale (Canon IXUS 140), una piattaforma IMU ed un'antenna GPS.



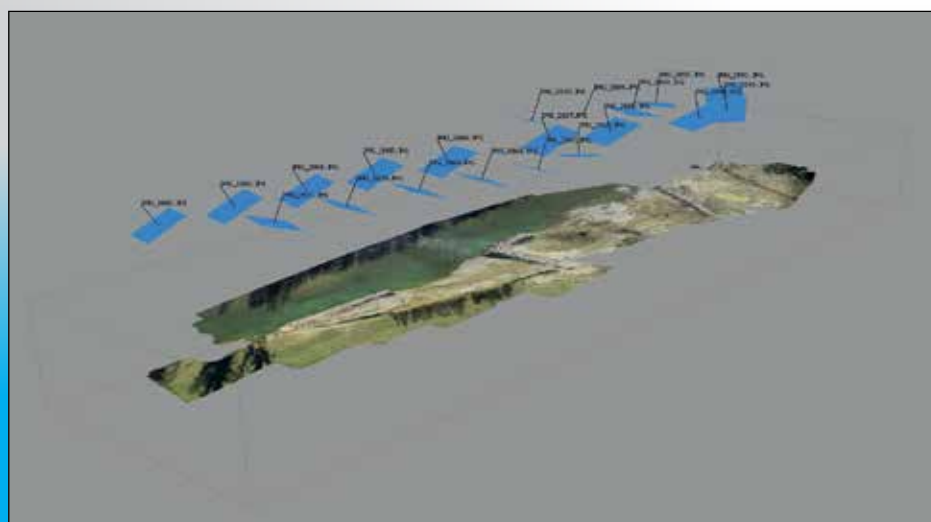
Le mire fotogrammetriche per la georeferenziazione del rilievo sono state misurate con sistemi di posizionamento satellitare.

Durante la campagna sono stati eseguiti 4 voli a quota diversa. L'elaborazione ha fino ad ora riguardato due set di immagini: il primo comprendente 25 immagini estratte dal volo a quota +150 m ed il secondo comprendente 20 immagini estratte dal volo a quota +100 m.

Dopo l'allineamento e la referenziazione sono stati calcolati i modelli di punti ad alta risoluzione, e le relative 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 dettata dalla necessità di valutare la leggibilità del modello, in funzione della risoluzione, allo scopo di riconoscere e quantificare la vegetazione arbustiva spondale.



Modello 3D texturizzato e posizione delle camere orientate per il volo a quota più alta



Modello 3D texturizzato e posizione delle camere orientate per il volo a quota più bassa

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

**RINGRAZIAMENTI**

Aldo Terreni e Franco Falai CAI, sezione di Firenze - posizionamento delle mire sulla parete di roccia  
 Roberto Nesti - scansioni 3D della Cava Grigia  
 Marco Salvadori (Microgeo) - volo con AeroMax600  
 Marco Delfino (GeoMax) - misura delle mire fotogrammetriche lungo le rive dell'Ombrone  
 Gabriele Santiccioli (FlyTop) - volo con FlyGeo

**BIBLIO-SITOGRAFIA**

Hardin, P.J., & Jensen, R. R. (2011). Small-scale unmanned aerial vehicles in environmental remote sensing: Challenges and opportunities. *GIScience & Remote Sensing*, 48(1), 99-111.  
 Ho, C. K., Robinson, A., Miller, D. R., & Davis, M. J. (2005). Overview of sensors and needs for environmental monitoring. *Sensors*, 5(1), 4-37.  
 Remondino F., Barazzetti L., Nex F., Scaioni M., Sarazzi D. (2011), UAV photogrammetry for mapping and 3d modeling - current status and future perspectives., *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* Vol. XXXVIII-1/C22, ISSN 1682-1750  
 Sona, G., Pinto, L., Pagliari, D., Passoni, D., & Gini, R. (2014). Experimental analysis of different software packages for orientation and digital surface modelling from UAV images. *Earth Science Informatics*, 1-11.  
 Enac webpage: <http://www.enac.gov.it/>  
 European Commission - RPAS RoadMap webpage: <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/aerospace/uas/>  
 International Remotely Piloted Systems Information Source webpage: <http://uvs-info.com/>

**PAROLE CHIAVE**

UAV; FOTOGRAMMETRIA; DSM; MONITORAGGIO AMBIENTALE

**ABSTRACT**

The UAV systems have achieved a considerable attention in recent years as platforms for data acquisition and measuring; the extraction of terrain models, orthophotos and 3D textured models can be applied for several purposes, including surveying and monitoring of the landscape for the assessment and management of risks to which it is subjected. In this paper we present some of the possibilities offered by UAV systems through application to two case studies in order to evaluate the strengths and weaknesses.

**AUTORI**

GRAZIA TUCCI, GRAZIATUCCI@UNIFI.IT - VALENTINA BONORA, VALENTINA.BONORA@ARCHIMETRO.IT - NADIA GUARDINI, NADIA.GUARDINI@YAHOO.IT  
 LABORATORIO GECo, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE