

# In volo con l'occhio termico

di S. Amici, M. F. Buongiorno, E. L. de Angelis, F. Giuliotti, M. Turci

**Il Laboratorio di Meccanica del Volo (MDVLab) dell'Università di Bologna nasce nel 2006 presso la Seconda Facoltà di Ingegneria e la sua attività di ricerca riguarda principalmente problematiche di modellazione, simulazione e controllo del volo atmosferico e spaziale. Un'intensa collaborazione con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha consentito di estendere le proprie conoscenze al di fuori del settore aerospaziale, presentando oggi un'ampia offerta di tecnologie per l'Osservazione della Terra nell'ambito di progetti in cui MDVLab è coinvolto insieme ad INGV per l'impiego di velivoli non abilitati per applicazioni di gestione del rischio sismico, vulcanico ed ambientale.**

Le attuali metodologie per l'osservazione del territorio e il monitoraggio ambientale presentano alcuni aspetti che limitano fortemente le relative potenzialità applicative. Primo fra tutti è il fattore di rischio connesso con la frequente necessità di inviare veicoli con equipaggio a bordo in zone colpite da incendi, eruzioni o comunque verso situazioni in cui la visibilità e le condizioni avverse rendono difficoltose le operazioni. Per lo studio dei vulcani attivi, l'analisi delle anomalie termiche e la mappatura in tempo reale dei flussi lavici durante la fase attiva di un'eruzione rappresentano attività di notevole interesse scientifico, tuttavia l'impiego di mezzi tradizionali (elicotteri o aeroplani con pilota a bordo) costituisce un forte limite a causa del rischio connesso con la pericolosità dello scenario operativo. Nell'ultimo decennio, l'impiego di velivoli non abitati (UAS), in scenari denominati D<sup>3</sup> (dull, dirty, dangerous) a causa dell'elevato fattore di rischio, è ormai consolidato in molti ambiti scientifici.

A questo proposito, il laboratorio di Meccanica del Volo dell'Università di Bologna e dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) collaborano ad un progetto denominato "Sistema UAS per il monitoraggio di fenomeni naturali ed antropici", per l'esecuzione di misure termo-chimiche dei fumi vulcanici in condizioni pre-crisi, al fine di studiare il legame tra eventuali anomalie termo-chimiche ed attività eruttive e post-crisi, per valutare lo stato dell'area colpita. Oltre alla realizzazione del velivolo e dei sistemi di bordo, una parte consistente del progetto riguarda l'integrazione e la validazione attraverso prove di volo della strumentazione scientifica. Nel Luglio 2011 è stata effettuata una campagna di prove di volo rivolta alla sperimentazione del sistema di acquisizione di immagini termiche. La piattaforma UAS utilizzata è l'MDV Cardinal un velivolo elettrico di apertura alare 2.1 m e capacità di carico pari a 1.2 kg. Il sistema di acquisizione è basato su architettura PC104 e comprende: 1) un modulo di alimentazione DC/DC, 2) un modulo Real-Time PAL/NTSC Frame Grabber, 3) un modulo PC con sistema operativo Windows XP e 4) un modulo trasmissione WI-FI. Il sensore selezionato è la camera ultra-leggera THERMAL EYE 3600AS, operante nell'intervallo spettrale 7-14 micron, installata a bordo dell'MDV Cardinal in configurazione nadir. Le immagini acquisite, sono digitalizzate attraverso il modulo Frame Grabber e inviate in tempo reale alla stazione di terra. Una memoria a stato solido di tipo Compact Flash ne permette inoltre il salvataggio a bordo.

## Test in laboratorio

Allo scopo di caratterizzare il comportamento della camera è stato allestito in laboratorio un banco prova, costituito da una workstation, un frame-grabber USB ed un software di acquisizione ed elaborazione dell'immagine.

È stato poi effettuato un test di tipo qualitativo utilizzando come corpo caldo di riferimento una resistenza termica di forma quadrata (10 cm x 10 cm), posizionata alla distanza di un metro dalla termocamera. La resistenza è stata riscaldata facendo circolare corrente costante (potenza dissipata: 5 Watt) fino a che non si è raggiunta una condizione di stazionarietà



Figura 1 - Primo volo effettuato con il sistema Butterfly nel 2004 (A) sul vulcano Stromboli. Una camera vista pilota ha realizzato una ripresa durante la fase di avvicinamento al cratere; il pennacchio del vulcano (B) è particolarmente evidente.



Figura 2 - (A) Camera termica in posizione nadir a bordo del velivolo MDV Cardinal (B) Velivolo Cardinal e stazione di controllo a terra.



Figura 3 - L'immagine del satellite Geo-eye (su Google map) mostra la pista di decollo e due delle aree sorvolate dal Cardinal.

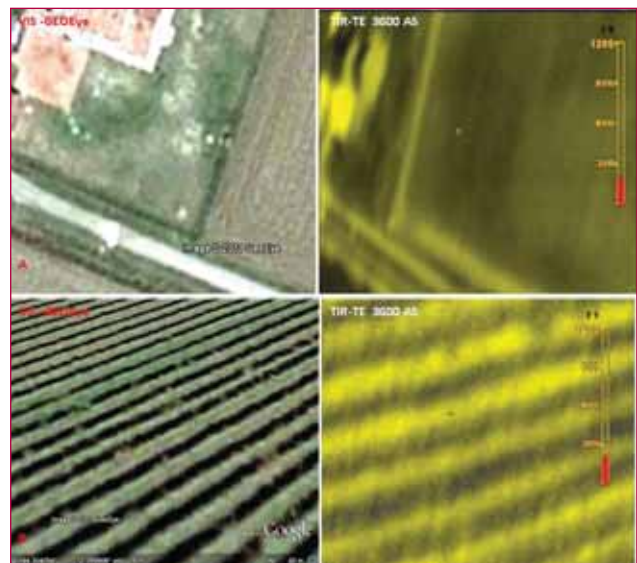
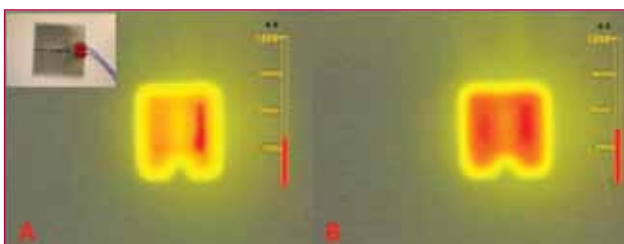


Figura 4 - Sistema di acquisizione di immagini termiche durante le prove in laboratorio.

**Prove sul campo e sviluppi futuri**

La superficie selezionata per la campagna di prove è il campo di volo del Gruppo Aeromodellisti di Forlì (Lat 44°18'12.01N, Lon 12°3'27.34"E), un'area di cinque ettari aperta e priva di ostacoli. La pista di decollo è una striscia d'erba di 145m x 10m. Il volo è stato realizzato al tramonto, il 30 Giugno 2011, in condizioni meteorologiche ottimali ed in assenza di vento. Le figure riportano il confronto tra le immagini termografiche acquisite durante il volo e le corrispondenti immagini satellitari nel visibile.

Il risultato positivo di questa prima sperimentazione conferma le potenzialità del sistema e la forte vocazione multidisciplinare. Oltre alle già citate applicazioni in ambito geofisico, infatti, il sistema può fornire soluzioni efficaci anche in campo agricolo e archeologico.



A sinistra, Figura 5, immagini termiche in falsi colori della resistenza: a) fase iniziale di riscaldamento b) condizione stazionaria.

Sopra, Figura 6, l'immagine visibile acquisita dal satellite ad alta risoluzione GEO-EYE su Google Earth (sinistra) ed immagine termica della stessa area in falsi colori (destra) acquisita durante il volo. B) Immagine di un vigneto visibile (sinistra) confrontata con un altro frame acquisito dalla camera termica (destra). I termogrammi sono visualizzati in falsi colori ove i colori chiari indicano valori termici più alti.

## Abstract

### Flight testing with thermal camera

Remote sensing from satellites or aircraft represents an important tool for the monitoring and management of catastrophic events. For some rapidly evolving phenomena (e.g. volcanic events, wildfires) they both show two relevant limits: long revisiting time (satellites) and the high cost and high human risk for monitoring. Unmanned Aircraft Vehicle (UAV) because of their autonomous flight and real time telemetry transmission offer a good solution to these limitations. To explore the operational aspects of such UAV deployments for example in volcanology, INGV in partnership with MavLab department of University of Bologna (Unibo) developed a UAV system and actually are carrying on integration studies and testing of scientific payloads. The payload is thermal camera. It has a light weight of 67.5g while the spectral response is in the 7-14micron spectral range. The integration activities, the on board installation and results of the first in flight thermal acquisition experiment realized on July 30 2011, in Italy, are presented.

## Parole chiave

UAV, THERMAL CAMERA, TERMOGRAMMI

## Autori

EMANUELE LUIGI DE ANGELIS, DOTTORANDO  
EMANUELE.DEANGELIS4@UNIBO.IT  
FABRIZIO GIULIETTI, RICERCATORE CONFERMATO  
FABRIZIO.GIULIETTI@UNIBO.IT  
MATTEO TURCI, TECNICO INFORMATICO  
MATTEO.TURCI@UNIBO.IT  
II FACOLTA DI INGEGNERIA, SEDE DI FORLI - UNIVERSITA DI BOLOGNA  
VIA FONTANELLE, 40 - 47122 FORLI

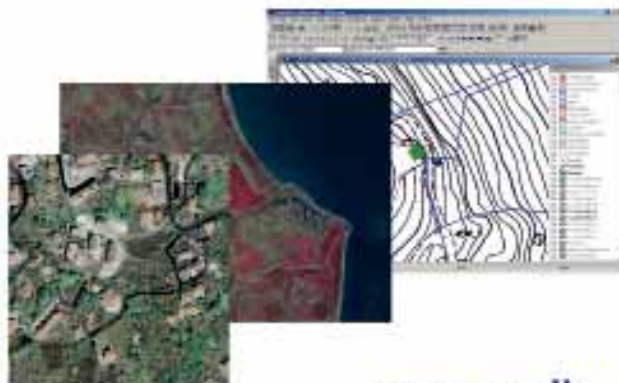
STEFANIA AMICI, PHD, RICERCATORE A CONTRATTO  
STEFANIA.AMICI@INGV.IT  
MARIA FABRIZIA BUONGIORNO, RESPONSABILE UNITA FUNZIONALE  
FABRIZIA.BUONGIORNO@INGV.IT  
ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA  
VIA DI VIGNA MURATA, 605 - 00143 ROMA

## Ringraziamenti

GLI AUTORI RINGRAZIANO MASSIMILIANO POMPIGNOLI E LUCA DI SANTO (GRUPPO AEROMODELLISTI DI FORLI) PER IL SUPPORTO DURANTE LE PROVE DI VOLO.

## Riferimenti

WWW.ING2.UNIBO.IT, WWW.INGV.IT



[www.epsilon-italia.it](http://www.epsilon-italia.it)

## LE NOSTRE ECCELLENZE:

- FORMAZIONE SPECIALISTICA SU TECNOLOGIE GIS OPEN SOURCE
- SVILUPPO DI APPLICAZIONI GIS E WEBGIS PERSONALIZZATE
- REALIZZAZIONE DI INFRASTRUTTURE DATI TERRITORIALI (SDI) CONFORMI ALLA DIRETTIVA INSPIRE

EPSILON ITALIA SRL, VIA PASQUALI 79, 87040 MENDICINO (CS)  
TEL . 0984.631949 - FAX 0984.631767 - EMAIL: [info@epsilon-italia.it](mailto:info@epsilon-italia.it)