

Integrazione di un sensore Sentera 6X a bordo di un drone Phantom 4. Una sperimentazione in campo archeologico

di Laura Ebanista, Alessandro Maria Jaia, Andrea Pompili



Fig. 1 – Sensore Sentera 6X integrato a bordo di drone Phantom4 in volo (foto archivio Aviocam).

L'attività di ricerca si inserisce nel vasto panorama scientifico del telerilevamento di prossimità che in questo momento storico vede l'affermarsi dell'utilizzo dei droni in molteplici campi della ricerca. L'acquisizione di immagini, opportunamente rilevate per fini fotogrammetrici in termini di programmazione di volo con idonei *overlap* e *sidelap*, permette l'elaborazione di ortofotopiani georiferiti, di DTM e DEM. Alla classica diagnostica pancromatica, ormai ampiamente utilizzata in campo archeologico, si è affiancata nell'ultimo decennio la sperimentazione di altre tipologie di sensori trasportati da drone. La letteratura

scientifica mostra una diffusa sperimentazione per quello che riguarda le immagini multibanda acquisite da satellite, mentre le applicazioni da bassa quota sono ancora sporadiche e contraddistinte da risultati non sempre soddisfacenti, ma soprattutto non dirimenti dal punto di vista metodologico (i risultati preliminari di questa ricerca sono in corso di edizione in Ebanista 2021). Obiettivo della ricerca è stato quello di testare la risposta archeologica nelle diverse condizioni della crescita vegetazionale in relazione alle variazioni climatiche e stagionali, nonché a quelle antropiche (lavori agricoli). Per tale finalità la sperimentazione presentata in questa sede ha

Nell'ambito del programma di ricerca di eccellenza Be for Erc Sapienza (<https://www.uniroma1.it/it/pagina/fellows-programma-sapiexcellence>) è stata avviata a partire dal 2020 la sperimentazione dell'uso di una camera multispettrale trasportata da un drone con finalità di diagnostica in ambito archeologico.

avuto come obiettivo quello di ottenere un sistema di agile utilizzo, contraddistinto da una rapida acquisizione dei dati sul campo e una spedita attività di elaborazione, finalizzata, nello specifico, all'estrazione degli indici di vegetazione (principalmente l'NDVI), compatibili, a livello di genesi delle tracce, con le tracce da vegetazione (crop marks), ben note nella fotointerpretazione classica in campo archeologico (Piccarreta & Ceraudo 2000, 107-111). In una fase iniziale della ricerca, sulla base dei prodotti disponibili sul mercato e considerate le finalità delle attività da svolgere, è stato scelto un sensore Sentera 6X, delle cui specifiche tecniche si vedrà in seguito. Anziché

collegare la camera, tramite l'apposita *gimbal* prevista dal produttore, a uno dei droni compatibili (DJI Matrice100, Matrice200, Matrice300 o Inspire1) ed avendo a disposizione un drone DJI Phantom 4, in ottime condizioni meccaniche ad eccezione di un danno alla *gimbal*, è stata testata l'installazione del sensore a bordo di questa macchina (fig. 1).

Il lavoro di integrazione presentato in questa sede si profila come una vera e propria sperimentazione, sia da un punto di vista meccanico sia di gestione software dei dati, dalla programmazione, all'acquisizione, fino all'elaborazione finale e all'estrazione degli indici di vegetazione. Il drone utilizzato ha chiaramente caratteristiche ben diverse da quelle degli APR (Aeromobili a Pilotaggio Remoto) previsti dal produttore, in termini di peso e di *payload*, nonché di performance in fase applicativa.

Attrezzatura: drone e sensore, caratteristiche e progetto di integrazione

Come già anticipato, la scelta di utilizzare un Phantom 4 (benché non consigliato espressamente da Sentera per via della presenza della *gimbal* standard) è stata determinata dalla presenza di un drone da poter reimpiegare. Le dimensioni e l'affidabilità di questa macchina hanno seguito le considerazioni precedenti.

Il drone è stato privato delle componenti non più utili (*gimbal*, collegamenti e scheda di controllo) per far spazio alla struttura di connessione meccanica ed elettrica pensata per la 6X



Fig. 2 – Sistema drone-sensore nella sua custodia originaria (foto archivio Aviocam).

di Sentera. Per limitare il peso e la complessità del sistema, si è scelto di rendere il *payload* parte integrante del drone; in questa configurazione, dunque, non risulta essere removibile sul campo e sostituibile dall'utente. Tuttavia, rimanendo nell'ingombro pressoché originale, solo una piccola modifica è stata necessaria per trasportare il sistema drone-

sensore nella valigia originale da trasporto (fig. 2).

Consapevoli dell'assenza di *gimbal* per mantenere l'assetto della camera nadirale rispetto al piano orizzontale del drone e altrettanto consci della presenza della IMU interna a correzione di tali inclinazioni, si è scelto di concentrare l'attenzione sul sistema di attenuazione delle vibrazioni. Essendo gli scatti



Fig. 3 – Assemblaggio, particolare del polimero (foto archivio Aviocam).

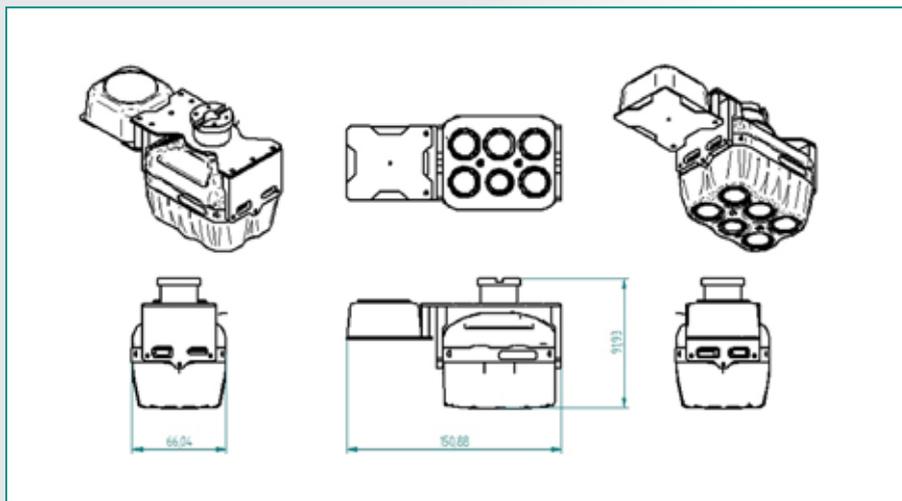


Fig. 4 – Sentera 6X integrato, schema tecnico (rendering Andrea Pompili).

realizzati in movimento, benché l'esposizione automatica della camera prediliga tempi brevi, i fotogrammi avrebbero potuto subire l'effetto *blur* a causa dei micromovimenti indotti dalle vibrazioni. Molto del lavoro si è concentrato nella ricerca di una soluzione in grado di assorbire tale energia. È stato dunque selezionato un polimero in grado di smorzare fino al 90% dello spettro vibratorio del drone (fig. 3); questa soluzione, mista all'uso di un supporto elastico, ha eliminato i difetti causati dalle vibrazioni nei fotogrammi. Nella sua totalità, l'installazione del sensore è rimasta molto contenuta (figg. 1 e 4).

Per quanto concerne l'autonomia di volo, i test hanno dimostrato di poter ottenere 20 - 22 minuti di autonomia totale al netto di tempi morti per la calibrazione del sensore e del drone. La Sentera 6X è collegata direttamente alla batteria primaria; non sono previste alimentazioni separate e l'assorbimento si attesta su valori bassi (<600mAh) con perdita, per la sola alimentazione del sensore, di circa 2,5 minuti di volo. L'aumento di carico sui motori (rispettivamente circa 50 g l'uno):

- ▶ peso iniziale: 1388 g
- ▶ peso finale: 1598 g
- ▶ aumento di peso: 210 g

ha in parte influito sui consumi e corrisponde pure ad un aumento della temperatura di lavoro. Tale incremento, marginale, non comporta però un carico termico critico per i motori del Phantom. Data l'applicazione specialistica, è possibile che il mezzo operi in climi particolarmente caldi; i test eseguiti per l'anno intero, non hanno evidenziato criticità nei mesi e nelle ore più calde. Ulteriori test verranno condotti in climi estremi.

Un nodo da sciogliere è stato il posizionamento del sensore di luce su un piano ribassato rispetto alla copertura superiore del drone.

Il timore era l'incognita dovuta all'acquisizione dei dati sulla luce, infatti il sensore avrebbe potuto subire l'ombra del drone durante il volo in base all'orientamento delle strisciate. Durante i test non sono state riscontrate variazioni di esposizione/correzione tali da far pensare che il sensore registri il valore di luce ad ogni scatto. Si

pensa che il valore sia registrato o all'inizio del volo, o eseguendo una media dei valori riscontrati. I valori di indice non sono stati alterati né presentano variazioni durante i test nell'intero anno solare.

Integrazione software: programmazione dei piani di volo, settaggio del sensore e compatibilità dei sistemi

L'integrazione sensore-drone da un punto di vista software ha restituito risultati piuttosto soddisfacenti. Sono qui di seguito esplicitate le metodologie di lavoro utilizzate, basate sull'integrazione dei manuali del sensore e del drone nonché su una serie di sperimentazioni sul campo operate dagli autori dopo l'assemblaggio meccanico. Infine, fondamentali le informazioni ottenute dal supporto on line di Sentera per quanto non espressamente desumibile dai manuali.

La pianificazione del volo deve essere programmata attraverso app di terze parti; nello specifico contesto è stata scelta DJI GS PRO (<https://www.dji.com/it/ground-station-pro>) sulla base dei risultati soddisfacenti nell'ambito delle acquisizioni pancromatiche realizzate con i droni dello stesso produttore. Infatti le impostazioni relative alla quota e alla velocità di volo, a *overlap* e *sidelap* e i relativi algoritmi ben si prestano alle finalità fotogrammetriche di queste acquisizioni.

Dopo alcuni test preliminari, necessari a comprendere la definizione delle immagini necessaria per una buona lettura delle tracce in relazione alla quota, il settaggio dei voli è stato impostato con i seguenti parametri (fig. 5):

- ▶ *Front overlap ratio*: 85%
- ▶ *Side overlap ratio*: 40%

- ▶ *Shooting angle: parallel to main path*
- ▶ *Capture mode: capture at equal distance interval*
- ▶ *Speed: 5.0 m/s*
- ▶ *Height: 50 mt*

Per il corretto funzionamento della *ground station* la SD card deve essere inserita nel drone, sebbene non necessaria per l'immagazzinamento di alcun dato. Considerando che il volo viene eseguito dal drone sulla base delle impostazioni inserite nel piano predisposto in DJI GS PRO, deve essere settato parallelamente il sensore Sentera 6X per quello che concerne l'acquisizione delle immagini. In fase di progettazione del rilievo, andranno selezionati i parametri di scatto attraverso le funzioni di configurazione. Sarà necessario impostare la medesima sovrapposizione scelta nel piano di volo di DJI GS PRO (*overlap* 85% nel caso specifico) e stabilire a che quota e a che distanza dal punto di decollo il sensore inizierà ad acquisire le immagini. In tal modo la coordinazione drone-sensore sarà ottimale e sarà solo necessario, in fase di preelaborazione, eliminare i primi e gli ultimi scatti, corrispondenti al percorso che il drone farà per raggiungere il punto di inizio della prima strisciata e per poi ritornare alla base a volo concluso. Si potrà inoltre scegliere se generare immagini TIFF integrate oppure separate nelle cinque bande (secondo questo ordine: *blue, green, red, red Edge e NIR*). Si è proceduto con le immagini integrate in quanto necessarie in questo formato per le successive elaborazioni con il software Agisoft Metashape, prescelto per questa specifica ricerca. Se in un secondo momento dovesse essere necessario separare le immagini sarà

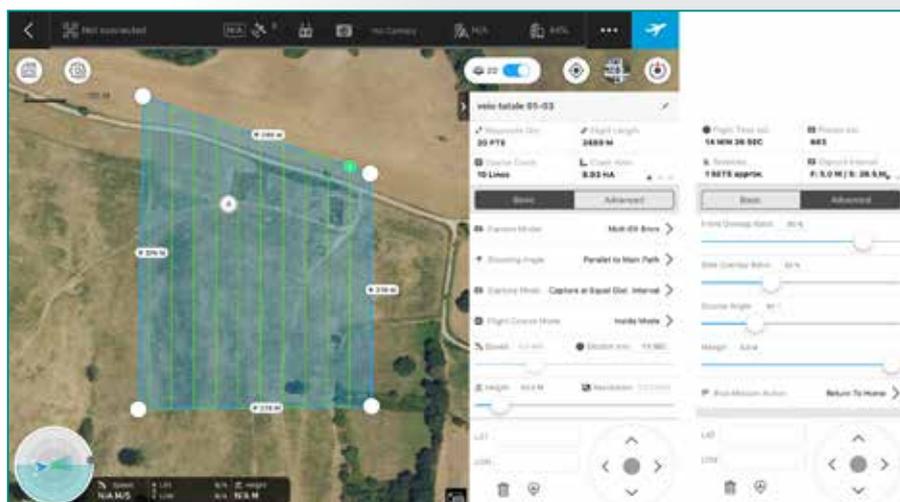


Fig. 5 – Configurazione piano di volo con app DJI GSPro.

possibile farlo tramite un apposito programma di Sentera. A questo punto, è possibile eseguire il volo, preferibilmente in un orario centrale della giornata, con il sole alla massima elevazione così da minimizzare le ombre e massimizzare la luce e non creare difformità nelle strisciate a seconda del verso in cui il drone viaggia per eseguire le strisciate. È inoltre auspicabile un cielo limpido o completamente coperto, evitando le condizioni miste sole/nuvola che determinerebbero condizioni variabili nella quantità di luce acquisita dal sensore. Una volta eseguito il volo, sarà necessario acquisire l'immagine del pannello di riflettanza. Si tratta di una calibrazione radiometrica necessaria per eliminare possibili influenze esterne, generalmente associabili all'illuminazione o agli effetti atmosferici. Se in una giornata si dovessero eseguire più voli in condizioni di luce differenti è consigliabile acquisire molteplici immagini del pannello in relazione ai diversi voli eseguiti. Tramite la procedura di scatto andrà acquisita una immagine del pannello (prestando atten-

zione a evitare la formazione di ombre).

La camera Sentera 6X ha una memoria interna NVME da 512Gb, accessibile collegamento al PC. I file risultano salvati solo nella cartella "data", infatti, sebbene sia prevista una scheda SD, i dati non vengono immagazzinati al suo interno, come comunicato dall'assistenza web della casa produttrice. Le immagini sono divise in cartelle, con data e ora UTC, generate ogni volta che si accende e si spegne la camera, indipendentemente dall'effettiva acquisizione di immagini.

Il software utilizzato per la specifica ricerca presentata in questa sede è Agisoft Metashape. Non ci si addenterà in questa sede nelle specifiche tecniche del suo utilizzo per le quali si rimanda al manuale.

Attività sul campo: modalità di acquisizione ed elaborazione dei dati. Primi risultati.

La ricerca ha previsto l'esecuzione di voli, l'elaborazione e l'estrazione degli indici di vegetazione possibili sulla base delle bande restituite dal sensore al fine di comprendere se la loro

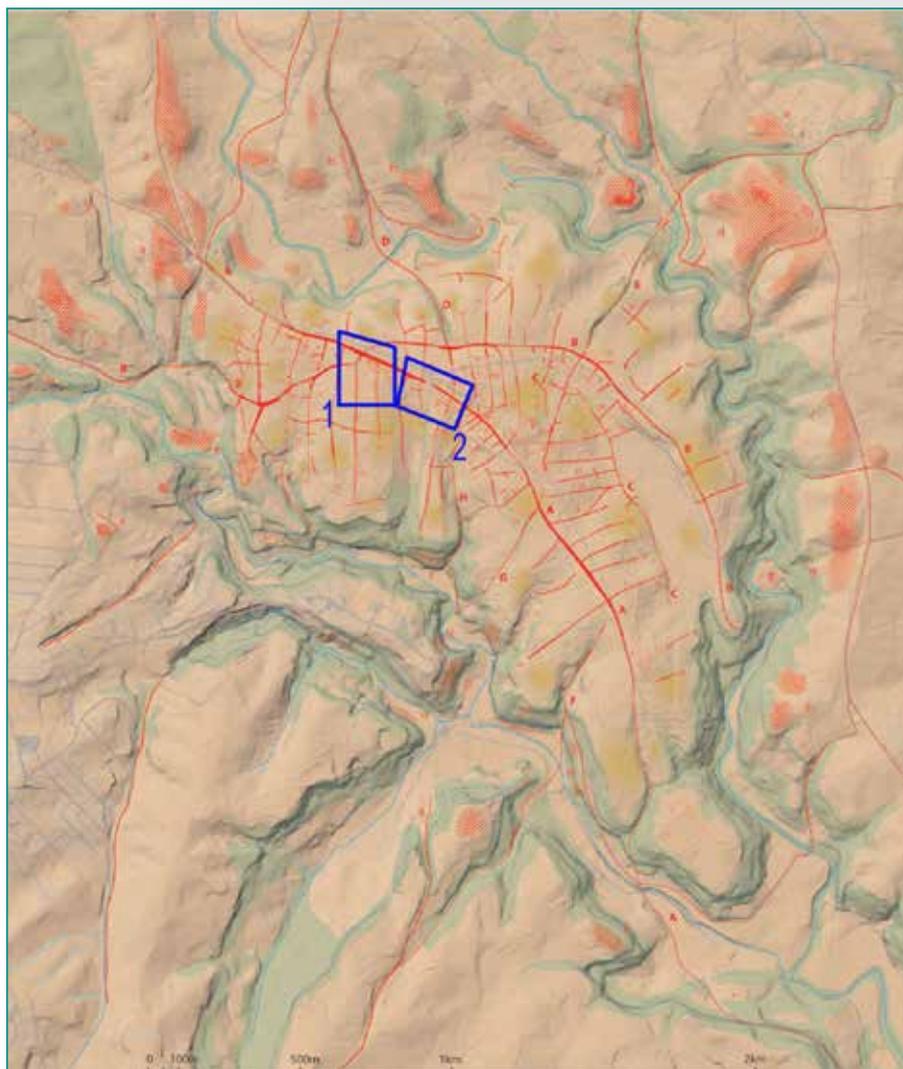


Fig. 6 – Veio, cartografia numerica su modello tridimensionale (Guaitoli 2016, 179).

applicazione, già ampiamente sviluppata in ambito agrotecnico, possa restituire buoni risultati per quello che riguarda la diagnostica archeologica. In questo contesto verranno forniti alcuni dei risultati di metodo desumibili dalla ricerca pur senza addentrarsi però nella tematica in senso più ampio (si veda Ebanista 2021). Per confronto con le tracce ampiamente sperimentate nell'ambito dell'aerofotogrammetria classica, l'indice NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) trova stringenti analogie con i *crop marks*

(tracce da vegetazione). Si tratta della variazione cromatica legata alla vigoria del manto erboso, determinata dalla presenza di strutture sepolte che ne inibiscono parzialmente la crescita rigogliosa (Piccarreta & Ceraudo 2000, 107-111).

La letteratura scientifica relativa alla sperimentazione dell'uso di immagini multibanda per la diagnostica archeologica, ancora non molto estesa seppure presente sia in ambito nazionale che estero, non è però ancora dirimente per quello che riguarda la questione metodologica (si vedano tra una

bibliografia più estesa: Agapiou, Hadjimitsis & Alexakis 2012; Agapiou A., Hadjimitsis D.G., Georgopoulos A. & Sarris A. 2012; Fiorini L. & Materazzi F. 2017; Materazzi F. & Pacifici M. 2020; Nebiker S., Annen A., Scherrerb M. & Oesch D. 2008; Uribe P., Angás J., Pérez-Cabello F., De La Riva J., Bea M., Serreta A., Magallón A., Sáenz A. & Martín-Bueno M. 2015). Le sperimentazioni, che si basano su acquisizioni sporadiche e casuali da un punto di vista fenologico, non permettono di comprendere i meccanismi di genesi e visibilità delle tracce.

Obiettivo della ricerca è stato quello di testare, tramite voli reiterati nel medesimo contesto, le variazioni fenologiche delle specie vegetali in relazione alla stagionalità, agli eventi meteorologici nonché a quelli antropici legati soprattutto alle attività agricole. L'area urbana di Veio (Roma) è stata prescelta per i test considerate le numerosissime tracce note dalla fotografia aerea classica e la sistematica analisi territoriale di cui è stata oggetto nel corso degli ultimi 60 anni, poi confluita nella cartografia numerica realizzata dal Laboratorio di Topografia dell'Università del Salento (fig. 6). Le attività di ricognizione capillare, a partire dal fondamentale lavoro di Ward Perkins 1961 (Ward Perkins J.B. 1961), poi riprese dagli anni '80 dello scorso secolo, gli scavi sistematici e le prospezioni geofisiche forniscono dati fondamentali per comprendere le modalità di formazione delle tracce individuate in relazione agli elementi archeologici già noti (per una storia degli studi si veda Guaitoli 2016).

Per le finalità descritte si è dunque proceduto con regolari acquisizioni mensili (o bimensili)

tramite i medesimi piani di volo in due aree del centro urbano di Veio, in località Campetti (fig. 6,1) e Macchiagrande (fig. 6,2), tagliate da un importante asse stradale che attraversa la città dalla porta NO alla porta S, deviando verso S per Portonaccio, già scavato a partire dal 2002 con l'obiettivo sia di chiarire la topografia di un punto nodale della città sia proprio di verificare l'affidabilità delle chiarissime tracce rilevate nel corso delle restituzioni realizzate dal Laboratorio di Fotogrammetria dell'Università del Salento (Jaia & Cella 2015; D'Alessio 2015). Le aree prese in esame si presentano coperte in maniera uniforme da manto di erba medica, ad eccezione di arbusti e rovi in corrispondenza dei dislivelli e delle cisterne. Per l'analisi dei dati meteorologici, è stato considerato l'indice delle precipitazioni giornaliere, della temperatura e dell'umidità media giornaliera a 2 m dal suolo, tenendo in considerazione sia il giorno di esecuzione del volo, sia gli 8 giorni precedenti (fonte dati <http://dati.lazio.it/catalog/dataset/serie-storica-agrometeo>). Prima di eseguire ogni volo sono stati messi a terra 12-15 *markers* georiferiti tramite sistema GNSS in modalità Rtk necessari per la correzione delle coordinate già acquisite nel sensore GPS del sensore Sentera in fase di elaborazione con Agisoft Metashape.

Circa 600 fotogrammi multi-banda per ogni volo, eseguito di norma tra le 11 del mattino e le 14 per sfruttare il sole alla massima altezza, sono stati elaborati e calibrati sulla base dell'immagine acquisita del pannello di riflettanza e dei dati forniti dal produttore e corretti per mezzo del *sun sensor*, infine è stato estratto l'indice NDVI.

La sperimentazione ha dimo-

strato in maniera evidente come la presenza di acque meteoriche nel suolo, non completamente assorbite nei giorni immediatamente successivi alle precipitazioni, alteri la percezione delle tracce che appaiono enfatizzate ma nel contempo 'disturbate' a causa del valore del NIR abbassato significativamente dalla presenza dell'acqua. In fig. 7 il medesimo volo eseguito a settembre 2021 con temperature quasi estive e in assenza di precipitazioni (valori medi negli 8 giorni precedenti il volo: precipitazioni = 2,07; temperatura media a 2 m dal suolo = 25,25; umidità a 2 m dal suolo = 60,71) e il mese successivo dopo una settimana di piogge intense (valori medi negli 8 giorni precedenti il volo: precipitazioni = 7,18; temperatura media a 2 m dal suolo = 13,5; umidità a 2 m dal suolo = 81,85). Di conseguenza, un terreno asciutto con manto erboso disomogeneo è da preferirsi a una copertura vegetazionale più compatta, ma con terreno intriso di acqua.

Altro aspetto da valutare è la

tempistica necessaria alla pianta per crescere a sufficienza, soprattutto a livello radicale, per determinare la formazione della traccia. Difatti, dopo due mesi dall'aratura e dalla semina il manto erboso che all'apparenza sembrerebbe compatto, denso e uniforme non restituisce le medesime tracce, visibili appena 20 giorni prima dell'aratura. La profondità delle strutture, la tipologia di copertura vegetale e la profondità di crescita delle radici influisce sulle tempistiche necessarie a ottenere la migliore risposta possibile.

Infine, altro aspetto rilevante è stata la comparazione del dato multibanda con quello pancromatico, motivo per il quale tutti i voli sono stati realizzati nelle medesime condizioni anche in RGB. Pur non addentrandosi in questa sede nei risultati più strettamente archeologici, la sperimentazione ha dimostrato in maniera evidente come nell'NDVI le tracce risultino molto più chiare e marcate. L'indice infatti è molto sensibile anche a concentrazioni di clorofilla piuttosto basse, non



Fig. 7 - Veio, estrazione dell'indice NDVI nei voli di settembre e ottobre 2020, indicati in bianco gli assi stradali visibili in traccia (tratteggio) e una serie di tracce chiare e scure riferibili ad ambienti. L'immagine fotografica dello scavo è tratta da Jaia & Cella 2015, 17.

apprezzabili nel campo del visibile. Non a caso questo indice è ampiamente sperimentato in campo agrotecnico il suo uso per predire la resa del raccolto nella fasi iniziali della crescita vegetazionale.

La sperimentazione prosegue tuttora con test in diversi siti etrusco laziali e si sta avvalendo dei primi risultati metodologici acquisiti in circa 12 mesi di test reiterati per quello che riguarda le tempistiche di acquisizione dei dati rispetto alla stagionalità, agli eventi meteorologici e antropici.

Venendo all'analisi dei risultati da un punto di vista tecnico in relazione all'integrazione oggetto di questo contributo, il sistema drone-sensore si è rivelato molto efficiente. Si tratta infatti di una strumentazione leggera e di agile utilizzo, considerando che è ancora possibile trasportare il drone nella sua custodia originale, non essendo aumentato in maniera significativa il suo ingombro (fig. 2). Questo fattore non è assolutamente secondario laddove il SAPR venga utilizzato in contesti di ricognizione che necessitano il trasporto della strumentazione a mano, talvolta in condizioni non agevoli.

La non significativa riduzione di autonomia della batteria, da imputare marginalmente all'incremento di peso (210 gr), risente del fatto che l'alimentazione del sensore attinge alla medesima batteria del drone. Laddove dunque non sia necessario tenere acceso il drone a lungo prima del decollo (richiesta di calibrazione IMU dello strumento, ad esempio), la durata della batteria si attesta sui 22 minuti, consentendo l'esecuzione di voli abbastanza estesi. Va inoltre valutato che il peso dei TIFF multibanda è piuttosto elevato (22,5 megab-

yte ciascuno), dunque è da preferirsi un volo che non superi i 600 fotogrammi per favorire una elaborazione agile, se pure, ovviamente eseguita su un PC idoneo alla finalità in quanto a caratteristiche tecniche.

Come già accennato, avendo testato il sistema nell'arco di un intero anno solare in differenti condizioni climatiche, è stato appurato che il drone non subisce particolare innalzamento della temperatura in fase di volo, nonostante il lieve incremento di peso. Il surriscaldamento in caso di temperature oltre i 40° che determina la necessità di 'raffreddare' la macchina all'ombra in maniera intermittente nell'ambito di molteplici voli eseguiti a breve distanza è il medesimo che il drone presentava anche prima dell'installazione del sensore a bordo. Nell'arco di una medesima giornata sono stati eseguiti fino a 6 voli consecutivi senza riscontrare problematiche. Infine, considerando l'integrazione da un punto di vista software, la temuta mancata 'sincronia' tra piano di volo del drone e piano di scatto del sensore è stata superata in maniera molto agile settando, come già detto, le due macchine separatamente. Il sensore Sentera ha tra l'altro un'ottima efficienza di scatto in relazione alla posizione individuata dal GPS integrato. L'unica accortezza rimane quella di dover eliminare, prima di avviare l'elaborazione, i fotogrammi acquisiti nel percorso che il drone compie dal decollo all'inizio della prima strisciata e poi dall'ultima fino all'atterraggio.

BIBLIOGRAFIA

- Agapiou A., Hadjimitsis D.G. & Alexakis D.D. (2012). Evaluation of Broadband and Narrowband Vegetation Indices for the Identification of Archaeological Crop Marks. *Remote Sensing* 4, 3892-3919.
- Agapiou A., Hadjimitsis D.G., Georgopoulos A. & Sarris A. (2012). Towards an Archaeological Index: Identification of the Spectral Regions of Stress Vegetation due to Buried Archaeological Remains. *Progress in Cultural Heritage Preservation*. 4th International Conference, EuroMed 2012 (Limassol 29 ottobre - 3 novembre 2012), 129-138.
- D'Alessio M.T. (2015). Il paesaggio urbano tra l'età del ferro e la tarda età imperiale. Cascino R., Fusco U. & Smith C.J. (eds.). *Novità nella ricerca archeologica a Veio*, 27-33.
- Ebanista L. (2021) Remote sensing: l'uso dei sensori multispettrali per la diagnostica archeologica. *InFieri 2*, c.d.s.
- Fiorini L. & Materazzi F. (2017). Un Iseion a Gravisca? Fotogrammetria, tele-rilevamento multispettrale da APR e dati archeologici per una possibile identificazione.

PAROLE CHIAVE

TOPOGRAFIA ANTICA; RILIEVO; DRONE; UAV; CAMERA MULTISPETTRALE; ARCHEOLOGIA; PROCESSAMENTO DATI

ABSTRACT

This paper deals with a research carried out since 2020 by Sapienza - University of Rome that test the analysis of the data acquired by a multispectral camera transported by a UAV and their reading and interpretation in the context of the archaeological diagnostics. As part of the activities, the integration of a Sentera 6X sensor on board a DJI Phantom 4 drone was tested, both from a mechanical and software data management point of view, from the programming, to the acquisition, up to the final processing and extraction of vegetation indices.

The SAPR is highly performing as well as very agile use in the specific contexts of research and has returned satisfactory results in the data extraction and processing phase.

AUTORE

LAURA EBANISTA

LAURA.EBANISTA@UNIROMA1.IT

RICERCATORE IN TOPOGRAFIA ANTICA – SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
PIAZZALE ALDO MORO 5, 00185 ROMA

ALESSANDRO MARIA JAIA

ALESSANDRO.JAIA@UNIROMA1.IT

PROFESSORE ASSOCIATO IN TOPOGRAFIA ANTICA – SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
PIAZZALE ALDO MORO 5, 00185 ROMA

ANDREA POMPILI

INFO@AVIOCAM.IT

RESPONSABILE R & D - AVIOCAM
VIA MINERBIO 58A, 00127 ROMA



Tecnologie per le Scienze della Terra e del Mare

Immagine: MTS Engineering

Vendita, Noleggio, Training, Assistenza anche a noleggio per:

Studio dei fondali e delle coste

Multibeam, SSS, SBP, droni idrografici ...

Studio del sottosuolo

Georadar, sismica, geoelettrica, inclinometri ...

Monitoraggio sismico

Sismometri, strong motion, reti early warning ...

Monitoraggio ambientale

Magnetometri, sonde oceanografiche ...

Posizionamento di precisione e navigazione

GNSS, piattaforme inerziali, USBL ...

3D imaging

Rilievi terrestri, sotterranei, costieri, subacquei
anche integrati, anche in dinamico ...



CODEVINTEC

Tecnologie per le Scienze della Terra e del Mare

tel. +39 02 4830.2175 | info@codevintec.it | www.codevintec.it