

Riprese aeree innovative per le emergenze

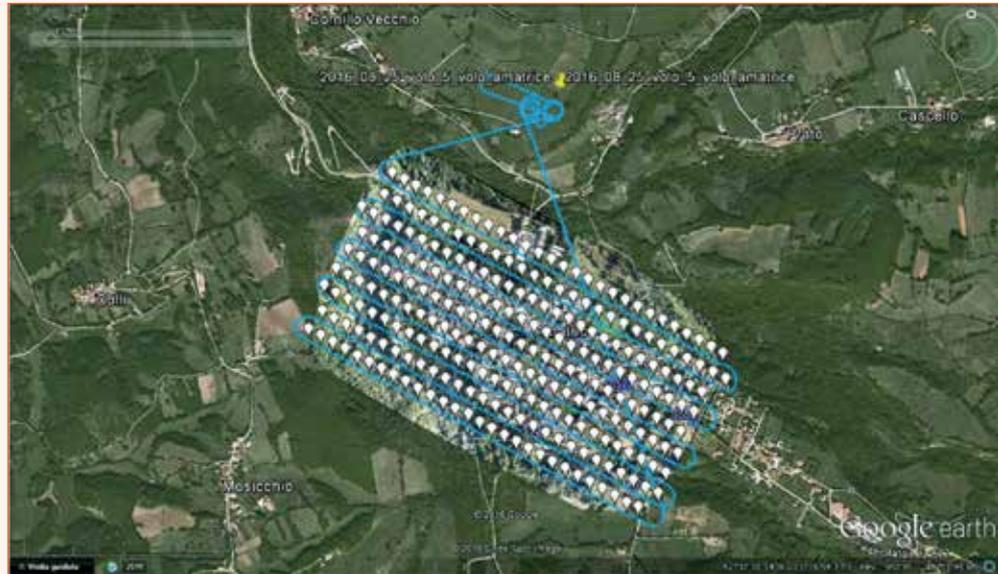
di Gabriele Garnero

Il rilevante diffondersi delle tecnologie, che hanno nei droni i vettori che consentono di portare in quota sensori fotogrammetrici per l'acquisizione delle informazioni territoriali, nell'ambito della cartografia per le situazioni di emergenza conferma una proficua applicazione in ragione delle peculiarità connesse con il loro utilizzo, quali economicità, rapidità e flessibilità d'uso.

La memoria qui proposta si pone non tanto lo scopo di analizzare le novità tecniche del settore, le innovazioni consentite dai nuovi e sempre più performanti aeromobili, dai nuovi sensori, dai software sempre più efficienti, le limitazioni più o meno restrittive imposte dalle normative, tutte attività e regole in rapida e, per certi versi, tumultuosa innovazione; lo scopo è unicamente quello di presentare una riflessione sulle effettive possibilità di utilizzo degli UAV nelle situazioni di emergenza che in questi giorni stanno segnando il nostro territorio: non solo i sismi dell'Italia centrale ma, anche, le alluvioni, le trombe d'aria, gli incendi, ...

Applicazioni nei contesti legati all'emergenza

Un primo utilizzo dei droni in situazioni di emergenza è senz'altro quello di portare in quota un sensore di acquisizione immagini senza alcun scopo di carattere metrico: l'utilizzo dei droni, già peraltro consolidato nelle applicazioni militari, è di ormai



Il piano di volo di un drone operato sul comune di Amatrice all'indomani del sisma del 24 agosto 2016

immediato impiego in tutte le missioni “*dull, dirty and dangerous*”, spesso con costi minori rispetto ai velivoli tradizionali o ad ispezioni da terra.

Il semplice vantaggio di elevare il punto di vista per consentire prese fotografiche o filmati consente agli operatori di disporre di viste significative e che oggi, grazie alle tecnologie ICT, possono immediatamente essere trasmesse in remoto per consentire diagnosi condivise presso le sale operative. Il disporre di un mezzo manovrabile direttamente dal sito di intervento, maneggevole e flessibile tale da potersi avvicinare all'oggetto e, non ultimo, il fatto di poter decidere la prosecuzione della missione sulla base delle stesse immagini che stanno arrivando, seguendo situazioni locali di dettaglio, ne fa un mezzo estremamente utile.

Non ultimo, anche la possibilità di estendere il campo del visibile con altre informazioni (immagi-

ni nel termico, prese multispettrali, ...) possono costituire un valido aiuto in situazioni particolari (ricerche di dispersi, ricerche di materiali inquinanti, controlli anti-sciacallaggio, ...).

Ma immediatamente dopo aver “visto” è necessario valutare, pianificare, decidere, predisporre interventi e dislocare risorse, controllare l'evolversi delle situazioni anche in contesti che non possono che essere concitati. E' quindi necessario passare dalle immagini alle informazioni cartografiche e ai sistemi informativi dedicati, operanti presso le centrali operative, attraverso piattaforme mobili (*smartphone* e *tablet*) che, in disponibilità ai vari operatori, consentono da un lato di avere sul campo informazioni complete e sempre aggiornate e dall'altro di operare la raccolta dati direttamente sul sito, evitando errori, confusioni, perdite di tempo e ritardi. E' appena il caso di puntualizzare

che la rapida diffusione delle tecnologie fotogrammetriche connesse con gli UAV e la progressiva introduzione delle stesse all'interno degli studi professionali (Il ritorno della fotogrammetria – *Back to the future*, come sagacemente titolava questa stessa Rivista nella copertina del numero 2/2014) è concesso non solo dai velivoli e sensori, ma in modo determinante anche dai software che eseguono con elevatissima automazione l'intero processo fotogrammetrico di orientamento, di generazione delle nuvole di punti dense e delle *mesh*, lasciando all'operatore le uniche fasi di collimazione manuale dei Ground Control Point/Check Point e di controllo sul funzionamento dell'intera filiera.

L'aggiornamento delle basi cartografiche

Benché il mondo dei droni comprenda sia oggetti "quasi giocattolo" sia velivoli di derivazione militare in grado di compiere missioni anche notevoli per distanza e durata, si ritiene al momento che l'utilizzo degli UAV sia destinato ad integrare informazioni di dettaglio di basi acquisite in maniera differente (riprese fotogrammetriche classiche, riprese da piattaforma satellitare, ...).

In questo contesto, l'utilizzo cartografico dei droni per la predisposizione delle basi informative legate all'emergenza non è molto differente da una qualunque acquisizione con finalità cartografiche. Gli studi sperimentali sulle modalità di impiego e sulle accuratèzze conseguibili sono vari e facilmente reperibili; si ritiene di fornire alcune indicazioni di massima, frutto delle sperimentazioni condotte:

- ▶ è generalmente molto positivo per il raggiungimento

di buone precisioni l'utilizzo di ricoprimenti dell'ordine del 75-80%, sia in senso longitudinale che trasversale: mentre il primo può non essere così penalizzante in quanto gli scatti avvengono sulla traiettoria che compie il vettore e quindi non vi sono ripercussioni operative se non il numero di fotogrammi da trattare, il secondo ha invece un notevole peso per quanto attiene il tempo di volo, in quanto determina il numero delle strisciate da compiere per ricoprire l'area e risulta quindi direttamente connesso con l'economicità del rilievo, con il numero delle sessioni necessarie, con le batterie disponibili e quindi con i parametri operativi del rilievo;

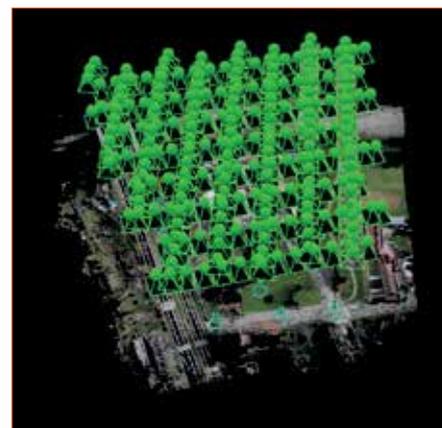
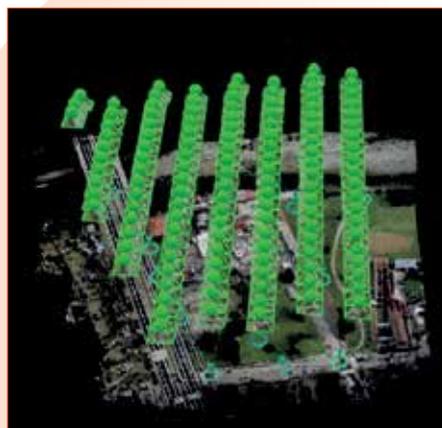
- ▶ anche il numero di punti di appoggio (GCP) utilizzati per la corretta definizione dei parametri di orientamento di ogni fotogramma influenza in modo significativo l'operatività dei lavori, in quanto le operazioni di misura devono spesso essere condotte in contemporanea con la ripresa in quanto generalmente si ricorre, per migliorare la collimabilità degli stessi, alla segnalizzazione mediante cartelloni fissati temporaneamente al suolo, la cui posizione viene

rilevata con tecniche GNSS nel medesimo momento dell'esecuzione delle prese fotografiche. Questo fatto può quindi rappresentare una complicazione operativa soprattutto nelle condizioni emergenziali, ed anche qui criteri di economicità spingono per la riduzione della numerosità dei GCP che hanno però un significativo effetto sulla riduzione degli errori in genere e, soprattutto, sulla riduzione in modulo dello scarto massimo; in altri termini, l'aumento dei punti di controllo a terra porta alla riduzione dell'errore massimo;

- ▶ anche se le sperimentazioni condotte portano ad una maggiore significatività dei risultati, si ritiene qui opportuno riportare quanto generalmente viene condiviso in termini di precisioni ottenibili in questo genere di attività, che possono quindi essere considerate come del tutto cautelative:

$$\begin{aligned}\sigma_H &\approx 1.5-2 \text{ pixels} \\ \sigma_V &\approx 4-5 \text{ pixels, all'incirca } 1/1000 \\ &\text{della quota di volo relativa}\end{aligned}$$

Limitando il discorso alla sola planimetria, si noti come anche risoluzioni dell'ordine dei 4-5 cm possono cautelativamente e proficuamente essere adot-



Presenza semplice (a) e presa incrociata (b) in un'elaborazione sperimentale.

tate cercando accuratissime dell'ordine dei 20-30 cm, ragionevoli in questo genere di servizi;

- ▶ nel caso le limitazioni in termini di tempo non fossero stringenti e si potesse operare, al posto che con una presa semplice, con uno schema di ripresa incrociato, si otterrebbe il duplice vantaggio di migliorare l'acquisizione fotografica delle facciate degli edifici, migliorando quindi in tal modo la nuvola di punti e quindi i particolari di dettaglio che vengono prodotti in automatico dalle tecniche di autocorrelazione, ma anche l'accuratezza generale con riduzioni degli scarti dell'ordine del 40-50%;
- ▶ le elaborazioni fotogrammetriche si chiudono generalmente con la predisposizione di una ortofoto a scala opportuna, da utilizzarsi come base per le successive elaborazioni: come molti operatori fanno, l'anello debole, ovvero il punto sul quale occorre porre la massima attenzione, significativo per quanto concerne la precisione conseguita da tutto il lavoro, risiede nella corretta elaborazione del DTM, ottenuto in genere per autocorrelazione fotogrammetrica. Se, nelle ordinarie operazioni di realizzazione delle ortoim-

magini, i lavori predisposti nell'ambito del gruppo di lavoro di *IntesaGIS*, ora confluiti nelle attività del CISIS (*Centro Interregionale per i Sistemi Informatici, geografici e Statistici*) hanno definito le caratteristiche in termini di risoluzione e accuratezza che devono essere possedute dai DTM per poter essere correttamente impiegati per la predisposizione di ortofoto ad una data scala, nelle attività eseguite attraverso le filiere predisposte con immagini fotogrammetriche provenienti da droni non si hanno specifiche così dettagliate e quindi, semmai, si verifica il prodotto finale, ma difficilmente gli operatori vanno a verificare il prodotto intermedio del DTM. Si ritiene invece che tale prassi debba essere non solo consigliata, ma anche prevista e resa obbligatoria nel caso in cui le elaborazioni debbano essere impiegate in restituzioni con qualche carattere di ufficialità; in altri termini, è opportuno che siano previste operazioni di controllo di qualità sul modello digitale prodotto, attraverso esami visivi che consentano, *in primis*, l'individuazione delle zone nelle quali la correlazione fotogrammetrica può non aver

funzionato correttamente, e quindi attivare un sistema di controllo basato su un sufficiente numero di punti di controllo determinati a terra o, almeno, con l'osservazione stereoscopica di un certo numero di punti determinati da un operatore esperto che verifichi, con l'uso di apparati stereo, l'esito della correlazione automatica.

Alcune considerazioni sulle Prescrizioni ENAC

Le problematiche connesse con l'applicazione della Circolare ENAC in merito alle possibilità di utilizzo dei droni sono, costituiscono in tutte le applicazioni un aspetto cui porre particolare attenzione.

Anche negli ambiti in oggetto, le necessità e le urgenze non possono necessariamente superare quanto prescritto per tutelare la sicurezza, seppure la particolarità delle situazioni comporta spesso circostanze non ordinarie:

- ▶ è usuale, in condizioni ovviamente gravi, che i perimetri di sorvolo siano all'interno delle cosiddette "zone rosse", per le quali è già di per sé garantita l'assenza di popolazione e i tecnici addetti alla sicurezza, sono già in qualche misura in contatto con le sale operative; diventa pertanto facilmente riscontrabile la situazione prescritta dall'art. 27 del regolamento che richiede che le persone in area di sorvolo siano sotto il diretto controllo dell'operatore SAPR;
- ▶ sulle aree colpite da emergenza viene solitamente dichiarata, attraverso un NOTAM, una *no fly zone* che preclude tutte le autorizzazioni eventualmente in corso, lasciando quindi alle determinazioni conseguenti

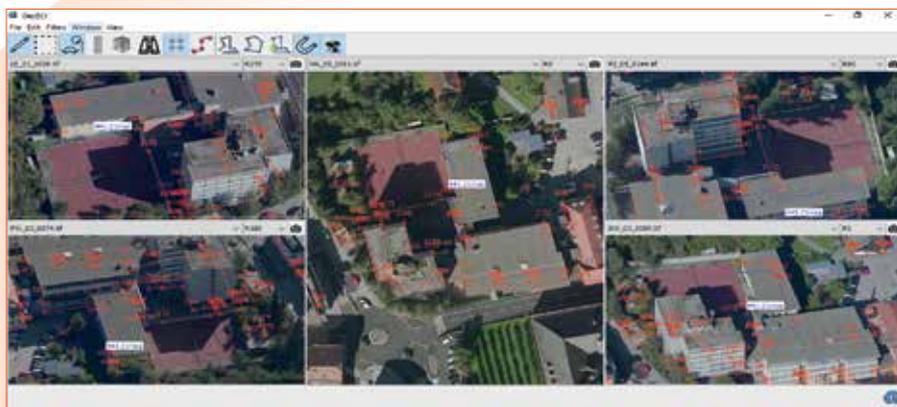


Immagine dal software Geobly per visualizzare datasets di immagini aeree oblique, fare misure e digitalizzare, sviluppato da FBK in collaborazione con l'azienda AVT.

il nuovo stato dei luoghi le indicazioni in merito ai permessi di sorvolo;

- ▶ per i mezzi di proprietà dei Vigili del Fuoco e delle forze di Polizia viene ordinariamente applicata la normativa prescritta dall'art. 744 comma 4 del Codice della Navigazione, che consente maggiori flessibilità di utilizzo per gli Aeromobili di Stato. In tali evenienze, nel caso in cui il pilota di questi mezzi dovesse essere un tecnico non appartenente all'Amministrazione, verrebbe rilasciata una qualifica di Ausiliario di PG/PS, con la conseguente possibilità di operare;
 - ▶ le disposizioni contenute nella normativa ENAC alla sezione II, art. 10 comma 6, che prescrivono che, per l'utilizzo sui centri abitati, si debba forzatamente utilizzare un mezzo con un sistema di controllo e software conforme a EUROCAE ED-12 almeno al livello di affidabilità progettuale D o standard alternativi eventualmente accettati da ENAC, sono giustamente restrittive per garantire l'incolumità delle persone a terra, evitando qualsiasi tipo di incidente, anche casuale e non dovuto all'imperizia del pilota. Questo in quanto lo standard attuale delle *Flight Control* non è di livello aeronautico e non garantisce un minimo standard di sicurezza.
- È pensabile che in futuro vi sia la possibilità di uno sviluppo degli strumenti tecnologici necessari per il soddisfacimento di tali requisiti, in quanto tale disposizione non è rivolta ai singoli produttori di droni, oggi generalmente

rappresentati da aziende spesso di natura quasi artigianale di limitate dimensioni, ma piuttosto alle aziende produttrici di Flight Control, con l'intento di elevare lo standard produttivo per garantire la sicurezza in volo. E' pertanto pensabile che, nel breve futuro, vi sia la possibilità di uno sviluppo degli strumenti tecnologici necessari per il soddisfacimento di tali requisiti.

La determinazione dei centri di presa in fotogrammetria diretta

Si stanno al momento diffondendo dispositivi in grado di elaborare in modo differenziale le osservazioni GNSS per migliorare il posizionamento dei centri di presa. Ai fini delle applicazioni cartografiche non è tanto necessario un sistema RTK che, connesso con l'autopilota a bordo, consenta di determinare la posizione del centro di presa durante la fase di ripresa stessa, ma è sufficiente un sistema che, archiviando le osservazioni satellitari, consenta elaborazioni differenziali in post-processing, migliorando in tal modo le precisioni generali e riducendo quindi le necessità dei punti di appoggio a terra. Dai test condotti, con operazioni DGPS è possibile affermare che, con tali dispositivi, si rimane ordinariamente al di sotto dei 10 cm, aprendo quindi la strada anche in questo ambito alla cosiddetta fotogrammetria diretta, con pochi, o al limite senza, punti a terra.

Camere oblique in vettori fotogrammetrici tradizionali

Nell'ambito della fotogrammetria tradizionale (da aeromobile *manned*) sono da qualche anno comparse particolari camere che integrano nel corpo macchina

almeno 4-5 obiettivi, uno disposto nadiralmente e gli altri inclinati di 40-50° nelle varie direzioni. Tali dispositivi consentono di migliorare l'osservazione delle facciate degli edifici, e sono quindi particolarmente utili in contesti urbani.

Anche nell'ambito delle aree soggette a situazioni di emergenza, la possibilità di acquisire in tempi rapidi la maggior quantità possibile di informazioni è un aspetto fondamentale, ed è quindi auspicabile che la notevole capacità di acquisizione di queste camere venga messa a disposizione, per riprese sulle intere aree colpite dai fenomeni, in modo da fornire agli operatori il massimo della tecnologia oggi disponibile.

Con tali camere migliora in modo consistente la generazione delle nuvole di punti dense, con un evidente miglioramento nella modellazione delle facciate, ma anche senza procedere alla generazione della nuvola è possibile utilizzare strumenti di navigazione non convenzionali, che consentono di osservare le 5 viste, passando agevolmente da una all'altra, in modo da osservare sulle foto metricamente concatenate i particolari di interesse ed eseguire collimazioni e misurazioni a partire dai particolari fotografici rappresentati.

ABSTRACT

The significant spread of technologies, like those to bring the photogrammetric sensors carried by drones, for the acquisition of spatial information in cartography during emergency situations, confirmed the successful application considering peculiarities reason, such as cost, speed and flexibility of use.

PAROLE CHIAVE

DRONI; AGGIORNAMENTO CARTOGRAFICO; UAV; FOTOGRAMMETRIA

AUTORE

GABRIELE GARNERO
GABRIELE.GARNERO@UNITO.IT
DIST - UNIVERSITÀ DEGLI STUDI E POLITECNICO DI TORINO