

PIATTAFORME, SENSORI E SOLUZIONI per il Rapid Mapping

di Isabella Toschi e Fabio Remondino

In caso di disastri naturali (terremoti, frane, alluvioni, inondazioni, incendi, ecc.) un intervento rapido ed efficace risulta fondamentale. In particolare, una tempestiva localizzazione delle aree danneggiate permette di coordinare in modo efficiente le attività di ricerca e soccorso. A tale scopo, vengono normalmente adottate piattaforme, sensori e tecniche geomatiche, che possono fornire una preziosa fonte di informazioni su vasta scala. Di seguito vengono descritte le principali soluzioni geomatiche e le loro potenzialità nell'ambito del *Rapid Mapping*.

La gestione delle situazioni di emergenza richiede un'efficace pianificazione che può essere strutturata all'interno di un modello ciclico, ovvero il ciclo di gestione delle catastrofi naturali (Fig. 1). Esso si articola in cinque fasi principali (Tabella 1), a ciascuna delle quali possono essere fornite preziose fonti di informazioni su vasta scala mediante l'impiego di piattaforme, sensori e tecniche geomatiche. I dati telerilevati da satellite, aereo e drone possono in particolare sostenere il lavoro di ricercatori, squadre di intervento e autorità coinvolte nella fase di *Rapid Mapping* (*Response Phase*, Tabella 1): i prodotti normalmente forniti sono mappe e dati geo-spaziali, con accuratizie che variano a seconda dei tempi di consegna e delle necessità. La sfida maggiore rimane l'imprevedibilità e varietà (anche

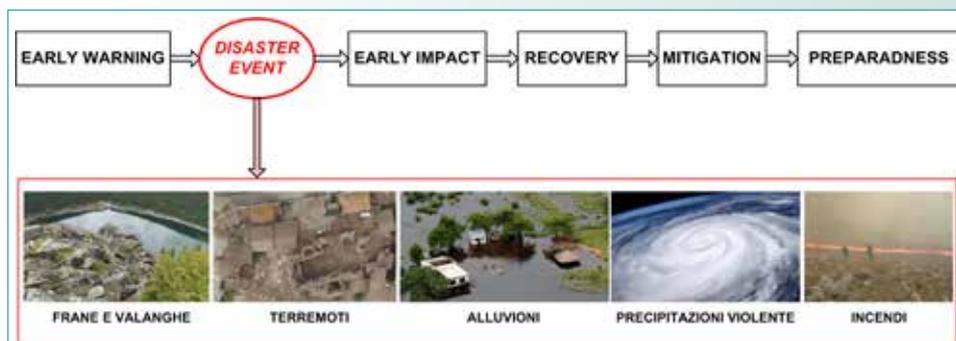


Fig. 1 - Il ciclo di gestione delle catastrofi naturali (in alto - Fonte: UN-SPIDER, UNEP 2012) e le principali categorie di disastro naturale (in basso).

spaziale) degli eventi naturali che non consentono di adottare un'unica soluzione onnicomprensiva. Inoltre esiste una molteplicità di differenti piattaforme e sensori di telerilevamento che potrebbero essere utilizzati per l'acquisizione dati. Pertanto la scelta del sensore e della tec-

nica di rilievo rimane spesso la decisione più critica.

Allo scopo di supportare tale processo di selezione e scelta in caso di disastri naturali, questo lavoro riassume le principali soluzioni offerte dalla Geomatica e ne discute criticamente le potenzialità e limitazioni in caso

Gestione delle situazioni di emergenza	
<i>Early warning</i>	La previsione e il riconoscimento tempestivo dei rischi imminenti, per allertare le persone e permettere loro di mettersi in salvo.
<i>Early impact</i> (<i>Response – Rapid mapping</i>)	La dotazione di servizi di emergenza e assistenza pubblica durante o immediatamente dopo un disastro, al fine di salvare vite umane, ridurre l'impatto sulla salute, garantire la sicurezza pubblica e soddisfare le esigenze di sussistenza delle persone colpite.
<i>Recovery</i>	La ricostruzione e il miglioramento, se necessario, di strutture, mezzi di sostentamento e condizioni di vita delle comunità colpite dal disastro, compresi gli sforzi per ridurre i fattori di rischio del disastro stesso.
<i>Mitigation</i>	La riduzione degli impatti negativi e disastri correlati.
<i>Preparedness</i>	Le conoscenze e le capacità sviluppate dalle autorità, dalle organizzazioni di recupero, dalle comunità e dai singoli individui per anticipare efficacemente l'impatto, rispondere allo stesso e, successivamente, recuperare in caso di eventi di pericolo probabili, imminenti o in corso.

Tab. 1 – Le fasi del ciclo di gestione dei disastri naturali (Fonte: UN-SPIDER, UNEP 2012).

Dati e informazioni rilevanti da raccogliere	Requisiti e criteri
Dimensione dell'area impattata	I dati raccolti sono neutri: particolare sforzo deve essere rivolto alla fase di elaborazione, al fine di assicurare i livelli di accuratezza e precisione richiesti.
Intensità dei danni	
Zonizzazione (intensità di danno diverse all'interno della medesima area impattata)	Dai dati elaborati devono essere estratte informazioni a valore aggiunto: ciò permette agli utenti finali di analizzare criticamente, rielaborare e approfondire tali dati.
Localizzazione delle vittime	I dati e le informazioni a valore aggiunto da essi estratte devono essere trasmessi in un formato standardizzato.
Presenza di altre aree potenzialmente a rischio	

Tab. 2 – I dati rilevanti da raccogliere e i requisiti generali applicabili a tutti i tipi di disastro naturale.

di impiego nell'ambito di *Rapid Mapping*. In particolare, l'attenzione è focalizzata sui metodi di rilievo da remoto (a scala variabile) in quanto, al contrario del rilievo effettuato da terra, essi permettono generalmente di coprire aree vaste in un breve intervallo temporale e anche in presenza di condizioni critiche di accesso al sito. Verranno quindi discusse le principali tipologie di dati utili per ciascuna categoria di disastro naturale (Fig. 1, in basso), le piattaforme e sensori più adatti per la produzione degli stessi e, infine, alcune linee guida e *best practices* generali applicabili all'impiego di piattaforme aeree e UAV. Tutto questo sarà analizzato alla luce del concetto più critico che sta alla base del *Rapid Mapping*, ovvero la gestione efficiente del tempo impiegato in ogni fase del rilievo, dalla pianificazione alla divulgazione dei prodotti finali.

Dati utili da raccogliere

Durante le operazioni di *Rapid Mapping*, risulta di fondamentale importanza valutare (i) l'entità del disastro in termini di dimensioni dell'area interessata e di impatto sulla popolazione, le infrastrutture e l'ambiente circostante; (ii) i bisogni e le necessità, al fine di identificare le risorse e servizi utili per le misure di emergenza immediate; (iii) l'impatto ambientale, al fine di includere la questione ambiente in fase di pianificazione di tali misure di emergenza.

A tal riguardo, i sensori e le tecniche geomatiche di telerilevamento possono essere efficacemente adottati per la valutazione del disastro e del suo impatto ambientale. In particolare, indipendentemente dalla tipologia del disastro, lo sforzo deve essere volto a raccogliere le informazioni e i dati più significativi (Tabella 2, prima colonna) in accordo con alcuni requisiti

generali e criteri di standardizzazione (Tabella 2, seconda colonna - Boccoardo, 2016).

Parallelamente, in funzione del tipo di disastro le attività di valutazione dovrebbero essere rivolte (i) alla fase che precede il disastro (prevenzione), (ii) alla fase interessata dal disastro (rilievo) e (iii) alla fase che segue il disastro (impatto iniziale). A tal riguardo, la Tabella 3 elenca le informazioni più rilevanti che, a seconda del tipo di disastro, devono essere raccolte prima, durante e immediatamente dopo l'evento catastrofico.

Piattaforme, sensori e soluzioni geomatiche

La crescente disponibilità di immagini satellitari ad elevata qualità consente, in linea di principio, il monitoraggio continuo dei cambiamenti della superficie terrestre su vaste aree geografiche e a costi relativamente contenuti. Tuttavia i dati satellitari

Fig. 2 - Alcuni esempi di sensori geomatici utili per l'acquisizione di dati nell'ambito del *Rapid Mapping*.



LEICA RCD100



Octoblique MIDAS



Hasselblad H5D-60



Helimap System®

sono generalmente caratterizzati da limitata risoluzione spaziale (da 50 cm a pochi metri), disponibilità (intervallo di copertura di qualche giorno) e fruibilità (in caso di una significativa copertura nuvolosa). Ciò ne riduce talvolta l'utilizzo in caso di servizi di emergenza in tempo reale, soprattutto quando si tratta di piccoli eventi e non grandi disastri naturali.

Le piattaforme aeree sono in grado di fornire immagini ad alta risoluzione spaziale (fino a pochi cm) con notevole efficienza di acquisizione: l'elevata velocità e altezza di volo consentono, infatti, una sempre maggiore copertura areale per unità di tempo. Inoltre, l'avvento e lo sviluppo dei sistemi multi-camera in grado di acquisire simultaneamente viste oblique e nadirali ha ulteriormente ampliato le capacità delle piattaforme aeree, dalle quali è possibile ora acquisire informazioni anche relative alle facciate e alle impronte degli edifici. D'altra parte, però, tali mezzi richiedono una rigorosa pianificazione del volo, con alcune limitazioni, quali curve e corridoi. Infine, si tratta di piattaforme generalmente costose e difficilmente operative in caso di condizioni atmosferiche pericolose.

Per godere di un punto di vista più ravvicinato sulla scena di interesse, risulta utile l'utilizzo di elicotteri che rappresentano la piattaforma ideale per la valutazione dettagliata degli *hot spots* o in caso di corridoi, difficilmente accessibili con velivoli ad ala fissa. Gli elicotteri sono quindi solitamente preferiti quando sono necessari voli a bassa quota, a bassa velocità o lungo curve e corridoi. Inoltre, la loro buona manovrabilità (anche in caso di maltempo) unitamente alla possibilità di operare anche in spazi aerei congestionati, li rende un efficiente mezzo di *Rapid Mapping*. Tuttavia, si tratta di una soluzione generalmente costosa.

Una soluzione di rilievo molto flessibile è rappresentata dalle piattaforme UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), che offrono elevata manovrabilità, significativa risoluzione spaziale delle immagini acquisite (fino a pochi mm), capacità di volare a quote diverse e la possibilità di accedere ad ambienti remoti e pericolosi senza alcun rischio per il pilota/ operatore. Tali piattaforme permettono di acquisire viste sia verticali che oblique (in particolare con i sistemi multirottore) e offrono agli utenti la possibilità di scegliere tra diverse

soluzioni in termini di sensori a bordo. Nonostante lo sviluppo tecnologico in questo settore sia particolarmente rapido, rimangono tuttora alcuni svantaggi e limitazioni, soprattutto in termini di autonomia (durata del volo), capacità di carico e copertura areale. Una descrizione approfondita e critica di tale tecnologia emergente può essere trovata in (Colomina e Molina, 2014; Nex e Remondino, 2014; GIM-International UAS, 2016; Nedjati et al., 2016).

In Tabella 4 sono riassunti i principali vantaggi e svantaggi (limitazioni) di ciascuna tipologia di piattaforma ai fini del *Rapid Mapping*.

Per quanto riguarda la componente sensoristica, l'evoluzione della tecnologia digitale ha prodotto una serie di diverse soluzioni che possono essere efficacemente utilizzate (e integrate) per applicazioni di *Rapid Mapping*. Generalmente, i sensori ottici di telerilevamento sono suddivisi in sistemi passivi e attivi.

Tra i sistemi ottici passivi, numerose soluzioni sono disponibili nell'ambito del telerilevamento da piattaforma aerea e, solitamente, esse sono categorizzate in funzione della dimensione del formato immagine, ovvero classificate in: fotocamere digitali di piccolo, medio e grande formato. Tra queste, le fotocamere digitali di medio formato (da 30 MPx a circa 100 MPx) offrono al giorno d'oggi la massima flessibilità in termini di acquisizione di immagini per *Rapid Mapping* e rappresentano il segmento in più rapida espansione all'interno del mercato di rilievo aereo. Praticamente tutti i fornitori offrono prodotti in questa categoria, la cui performance quasi uguaglia oggi quella dei sistemi di grande formato di prima generazione. L'utilizzo delle fotocamere di medio formato è solitamente

Tipologia di disastro	Dati e informazioni rilevanti
Terremoti	(1) numero di persone da evacuare (3) danni alle infrastrutture e impianti (3) danni a edifici private e ad uso commerciale
Frane e valanghe	(1) presenza di uno strato di terreno, neve, roccia instabile (1) numero di persone da evacuare (2), (3) direzione e velocità del movimento (3) informazioni sullo stato fisico e l'efficienza delle infrastrutture
Alluvioni	(1) numero di persone da evacuare (2) dati volumetrici (2) evoluzione temporale dell'evento (1), (2), (3) DEM e DTM
Precipitazioni violente	(1) numero di persone da evacuare (3) informazioni sullo stato fisico e l'efficienza delle infrastrutture
Incendi	(1) numero di persone da evacuare (2) rilievo degli <i>hot spots</i> (2) direzione di avanzamento dell'incendio e sua evoluzione temporale

Tab. 3 – I dati rilevanti da raccogliere per ogni tipologia di disastro prima⁽¹⁾, durante⁽²⁾ e dopo⁽³⁾ l'evento catastrofico.

Piattaforma	Vantaggi	Svantaggi e Limitazioni
Satellite	estesa copertura areale basso costo	ridotta risoluzione spaziale (da 40 cm a pochi metri) risoluzione temporale dipendente dal periodo di rivisitazione dipendenza dalle condizioni atmosferiche (copertura nuvolosa), in particolare per sensori ottici passivi
Aereo	elevata risoluzione spaziale (alcuni cm); elevata efficienza di acquisizione dei dati punto di vista nadirale e obliquo	necessità di un piano di volo richiesta di una velocità e altezza di volo minime difficoltà di volare lungo traiettorie curve e/o corridoi spesso costo elevato (mobilitazione) durata di volo limitata (riposo dell'equipaggio) impossibilità di volo in caso di condizioni meteo pericolose
Elicottero	punto di vista ravvicinato sulla scena di interesse possibilità di volare a bassa quota e velocità possibilità di volare lungo traiettorie curve e/o corridoi buona manovrabilità e flessibilità accesso in spazi aerei congestionati	minore copertura areale per unità di tempo costo elevato durata di volo limitata (riposo dell'equipaggio) impossibilità di volo in caso di condizioni meteo pericolose
UAV	elevata flessibilità e manovrabilità elevata risoluzione spaziale (alcuni mm) possibilità di volare a quote diverse accesso ad ambienti remoti e pericolosi punto di vista nadirale e obliquo	capacità di carico limitata autonomia limitata copertura areale limitata

Tab. 4 – Vantaggi e svantaggi delle principali piattaforme geomatiche utili per l'acquisizione di dati nell'ambito del *Rapid Mapping*.

te rivolto alle applicazioni che necessitano di una risoluzione medio-alta e ad integrazione di sistemi LiDAR all'interno di piattaforme aeree multi-sensore. Lo stato dell'arte di tali sensori è discusso in (Edwards et al, 2013; Remondino, 2011; Petrie, 2010; Grenzdörffer, 2008), mentre un esempio è riportato in Fig. 2 (Leica-RCD100 - Leica Geosystems).

Ormai matura, almeno dal punto di vista tecnologico, è anche un'altra categoria di sensori ottici per piattaforma aerea, ovvero i sistemi multi-camera (Remondino & Gerke, 2015). Essi si configurano di solito come una combinazione di due fotocamere (configurazione *fan*) o quattro fotocamere (configurazione *Maltese-cross*), vale a dire una camera nadirale e quattro camere oblique inclinate di 45°. Le soluzioni più recenti integrano un numero sempre maggiore di sensori, come MIDAS Octoblique che unisce a una fotocamera verticale 8 fotocamere oblique (Fig. 2). Il vantaggio principale delle acquisizioni aeree oblique è rappresentato dalla loro capacità intrinseca di rivelare facciate e impronte degli edifici, permettendo dunque di individuare eventuali danni non visibili dal tradizionale punto di vista nadirale. Di conseguenza, ciò ha incoraggiato l'uso delle immagini oblique in applicazioni di *Rapid Mapping*, nonostante si tratti ancora di soluzioni ingombranti, costose e che necessitano di un'adeguata progettazione del volo per far fronte ad alcuni problemi non ancora del tutto gestibili dai software di post-elaborazione (quali, variazione di scala, occlusioni multiple, ecc.).

Pensate e progettate per le piattaforme UAV, negli ultimi anni sono state lanciate sul mercato diverse soluzioni di fotoca-

mere digitali di piccolo-medio formato e variabile risoluzione spettrale (visibile, NIR, TIR e microonde). Oltre ai sensori RGB, la cui maturazione ha permesso lo sviluppo di fotocamere di alta qualità e risoluzione adatte al *payload* di UAV micro/mini/tattici, esistono oggi diversi modelli di piccoli sensori multi-spettrali e iperspettrali, che consentono una sempre più accurata classificazione delle immagini acquisite. Infine, notevoli progressi si sono registrati anche nella miniaturizzazione dei sensori termici, che offrono oggi soluzioni di piccole dimensioni e pesi, adatte per la ricognizione e la mappatura a distanza delle aree di pericolo (ad esempio, in caso di incendio).

La descrizione dei più recenti sensori specificamente sviluppati per piattaforme UAV può essere trovata in (Colomina e Molina, 2014; GIM-International UAS, 2016; Nex & Remondino, 2014; Remondino, 2011), mentre un esempio è riportato in Fig. 2 (Hasselblad H5D-60). Per quanto riguarda i sensori ottici attivi (es. LiDAR - *Light Detection and Ranging*), numerose soluzioni sono state sviluppate per le piattaforme aeree (ALS - *Aerial Laser Scanner*): esse sono in grado di acquisire direttamente informazioni metriche della superficie rilevata da cui ricavare DEM e DTM (*Digital Elevation Model, Digital Terrain Model*) di alta qualità e risoluzione. Se tali prodotti

risultano utili per l'analisi del terreno, per monitorare frane e mappare flussi di detriti, ecc., essi sono di difficile interpretazione visiva (in quanto viene registrata solo la geometria, senza l'informazione RGB). Pertanto, l'uso di ALS è di solito associato a quello di fotocamere digitali di medio formato, dalla cui integrazione derivano numerosi vantaggi, quali: la penetrazione della vegetazione, la generazione diretta di DTM e la produzione rapida di ortofoto. Infine, sono state recentemente sviluppate numerose soluzioni commerciali multi-sensore, pensate per fornire all'utente finale dei sistemi *all-in-one* (hardware e software) adatti per *Rapid Mapping*.

Tipologia di disastro	Dati da rilevare	Principali tecnologia e/o prodotti	Note
Terremoti	Stato degli edifici (intatto, parzialmente danneggiato, distrutto, ecc.) Condizioni della rete stradale Ricerca dei superstiti	Immagini oblique Immagini nadirali Immagini termiche Ortofoto SAR / Interferometria Mappe di deformazione	In caso di fitta vegetazione, risulta utile l'impiego di LiDAR per mappare le tracce superficiali delle faglie
Frane e valanghe	Localizzazione delle persone sepolte Zonizzazione delle aree e infrastrutture impattate Presenza di strati instabili di neve	Immagini termiche (utili se le persone sono sepolte vicino alla superficie) Immagini nadirali e oblique LiDAR DSM	Il LiDAR può essere utile per mappare la frana e fornire dati di pendenza e di volume del materiale franato
Alluvioni	Area impattata Dati volumetrici e DEM/DTM	Immagini nadirali Ortofoto LiDAR DSM/DTM	Il DSM/DTM può essere utile per fornire dati da inserire nei modelli di pericolo (es. rugosità delle superfici)
Precipitazioni violente	Stato degli edifici (intatto, parzialmente danneggiato, distrutto, ecc.) Condizioni della rete stradale Ricerca delle persone da evacuare	Immagini oblique Immagini nadirali Immagini termiche LiDAR DSM/DTM	DSM/DTM possono essere utile per fornire dati da inserire nei software di modellazione del flusso d'acqua e ricavare informazioni geo-morfologiche di interesse
Incendi	Localizzazione degli <i>hot spots</i> Direzione di avanzamento dell'incendio e sua evoluzione temporale Valutazione dell'efficienza dell'azione dei vigili del fuoco	Immagini RGB e termiche	IR è utile per la ricognizione diurna e notturna di incendi: <ul style="list-style-type: none"> • Mid-IR rileva forti emissioni di radiazioni; • Far-IR rileva la radiazione naturale; • NIR può essere utilizzato per fornire dati più precisi eliminando i falsi positivi (oggetti luminosi rilevati durante il giorno).

Comunemente essi integrano sensori di rilievo (sia attivi che passivi), sensori di posizionamento e navigazione (GNSS/IMU) e un'unità di controllo che sincronizza e combina l'acquisizione delle informazioni geometriche e di posizionamento. Tutti i sensori sono integrati su una piattaforma mobile, come ad esempio aerei, elicotteri o UAV. Inoltre, il sistema è spesso integrato con una soluzione software che elabora i dati grezzi per produrre prodotti a valore aggiunto (ad esempio, ortofoto georeferenziate). Tra le più recenti soluzioni commerciali si segnalano: Trimble/Appplanix DSS 500, Helimap System® (Fig.2), Siteco Sky-Scanner, TopoDrone-4Sight e eBee RTK senseFly.

In Tabella 5 viene fornita una sintesi che correla i diversi tipi di disastro naturale, le informazioni rilevanti da mappare e le tecnologie/prodotti utili per rilevare in modo efficiente tali informazioni.

Conclusioni

In presenza di una situazione di emergenza, numerose sono le possibili opzioni di intervento per fare *Rapid Mapping*, sia in termini di strumentazione (piattaforma e sensore) per l'acquisizione dei dati, sia in relazione all'approccio di elaborazione degli stessi. In molti casi, la decisione finale dipenderà dalle attrezzature a disposizione, dalla posizione ed estensione dell'area impattata e, spesso, dalle risorse economiche stanziare per coprire l'intervento. La gestione del tempo rimane la priorità: i prodotti a valore aggiunto devono essere consegnati entro qualche ora (o, addirittura, in tempo reale) e in formato standard (ovvero, documentabile). Tra le soluzioni più flessibili per l'acquisizione dei dati trova spazio soprattutto l'impiego di elicotteri (talvolta associato a sistemi di acquisizione *hand-held*) e di piattaforme UAV. Queste ultime, in particolare, dimostrano numerosi vantaggi utili per il *Rapid Mapping*, quali: accessibilità a siti pericolosi senza mettere a rischio la sicurezza dell'operatore, elevata flessibilità e manovrabilità e possibilità di acquisire viste sia nadirali che oblique ad elevata risoluzione spaziale. Inoltre, lo sviluppo tecnologico nella direzione di soluzioni che favoriscano il trasferimento dei dati in tempo reale e l'adattamento dei nuovi sensori al *payload* dalle piattaforme UAV, rappresenterà in futuro un'ulteriore spinta verso l'impiego di tali sistemi in applicazioni di *Rapid Mapping*. Tuttavia una serie di problematiche rimangono ancora aperte, come quelle relative alla stabilità della piattaforma, alle limitazioni in termini di copertura areale e tempo di volo e alla accuratezza perseguibile con approccio di geo-referenziazione diretta.

BIBLIOGRAFIA

- Boccardo, P. (2016): Geomatics and Emergency Management. Workshop "Multidisciplinary and transnational applications of Geomatics, Congresso SIFET 2016
- Colomina, I., & Molina, P. (2014): Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79-97.
- Edwards, E., Frey, E., Jones, P. A., Jungquist, R. K., Lareau, A. G., Lebaron, J., King, C. S., Komazaki, K., Toth, C., Walker, S., Whittaker, E. F., Zavattoni, P., & Zuegge, H. (2013): Cameras and sensing systems. In: *Manual of Photogrammetry*, J. Chris McGlone (Ed.), ASPRS, Sixth Edition, 1318.
- GIM-International UAS edition (2016): www.geomatics.com/category/id64-uas-for-mapping-and-3d-modelling.html
- Grenzdörffer, G. (2008): Medium format digital cameras—a EuroSDR project. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37, 1043-1050.
- Nedjati, A., Vizvari, B., & Izbirak, G. (2016): Post-earthquake response by small UAV helicopters. *Natural Hazards*, 80(3), 1669-1688.
- Nex, F., & Remondino, F. (2014): UAV for 3D mapping applications: a review. *Applied Geomatics*, 6(1), 1-15.
- Petrie, G. (2010): Current Developments in Airborne Digital Frame Cameras as displayed in the Intergeo 2010 Exhibition. *GeoInformatics*, 13(8), 34-40.
- Remondino, F., & Gerke, M. (2015): Oblique Aerial Imagery – A Review. *Proc. Week 2015*, Dieter Fritsch (Ed.), 75-83.
- Remondino, F. (2011): Heritage recording and 3D modeling with photogrammetry and 3D scanning. *Remote Sensing*, 3(6), 1104-1138.
- UNEP - United Nations Environment Programme (2012): Early Warning Systems: A State of the Art Analysis and Future Directions. Division of Early Warning and Assessment (DEWA), United Nations Environment Programme (UNEP).
- UN-SPIDER- United Nations Platform "Space-based Information for Disaster management and Emergency Response". <http://www.un-spider.org/space-application-matrix>.

PAROLE CHIAVE

RAPID MAPPING; EMERGENZA; EFFICIENZA; TEMPO; PIATTAFORME; SENSORE; SATELLITE; AEREO; UAV

ABSTRACT

Natural hazards demand a rapid surveying of the crisis situation by means of Geomatics platforms, sensors and techniques. Remote sensing can provide a valuable source of broad scale information at each stage of the disaster management cycle, supporting scientists and authorities in the decision-making process. Geomatics-based procedures and techniques can be especially exploited in the emergency mapping domain and this research work provides a review of the current state-of-the-art of remote sensing techniques (platforms, sensors and commercial solutions) for rapid mapping applications. The management of time is defined as a priority and several solutions are discussed in order to pursue efficiency in both data acquisition and processing.

AUTORE

ISABELLA TOSCHI, RICERCATRICE 3D OPTICAL METROLOGY UNIT,
FONDAZIONE BRUNO KESSLER, TRENTO – [TOSCHI@FBK.EU](mailto:toschi@fbk.eu)
FABIO REMONDINO, RESPONSABILE 3D OPTICAL METROLOGY UNIT,
FONDAZIONE BRUNO KESSLER, TRENTO – [REMONDINO@FBK.EU](mailto:remondino@fbk.eu)