

Nuova Applicazione perimetrazione rapida dei limiti degli EVENTI VALANGHIVI procedura e prima validazione

Leandro Bornaz¹,
Andrea Debernardi²,
Nathalie Durand²,
Barbara Frigo²,
Paola Dellavedova²,
Valerio Segor³

¹ Ad Hoc 3D Solutions s.r.l.,
Gressan (AO) - Italy

² Fondazione Montagna sicura -
Montagne sûre,
Courmayeur (AO) - Italy

³ Struttura assetto idrogeologico dei
bacini montani -
Ufficio Neve e Valanghe,
Regione Autonoma Valle d'Aosta,
Quart (AO) - Italy

Nell'ambito del progetto MAP³ "Monitoring for the Avalanche Prevision, Prediction and Protection" – P.O. Cooperazione territoriale europea Italia/Francia (Alpi) 2007-2013 – si sta sviluppando una nuova procedura per lo sviluppo di immagini solide per la perimetrazione di eventi valanghivi a supporto del Catasto regionale Valanghe. Lo sviluppo di questa procedura che unisce scatti fotografici opportunamente eseguiti a cartografia tematica tridimensionale, nasce dall'esigenza di una rapida, ma precisa, definizione dei limiti delle valanghe (soprattutto della zona di deposito) censite da rilievi terrestri o aerei.

Grazie ad una studiata modalità di scatti (o scatto) fotografici digitali effettuati da una macchina fotografica appositamente calibrata, la procedura è in grado di integrare l'immagine della valanga con il modello digitale del terreno e le ortofotomappe regionali, creando un'immagine solida geo-riferita a seguito dell'individuazione di pochi punti (minimo 3) e riportandola in seguito in ambiente GIS -3D.

Lo sviluppo della metodologia permette agli esperti di riportare rapidamente in cartografia la corretta perimetrazione della valanga censita seguendo la reale morfologia del bacino valanghivo. Una volta creata l'immagine solida, l'operatore può eseguire varie misurazioni come ottenere la superficie interessata dalla valanga oppure dell'area di distacco/scorrimento/accumulo, nonché definire alcune distanze da obiettivi strategici come, ad esempio, strade, costruzioni, impianti di risalita, ecc.. Questa procedura automatica, dopo un breve time processing fornisce come output la perimetrazione della valanga in formato shape file insieme ad una tabella contenente varie informazioni inserite sia di default (ad esempio la localizzazione del bacino in cartografia regionale, Comune di appartenenza, esposizione, ecc.) che dall'operatore (ad esempio data ed ora del distacco, informazioni su eventuali danni, ecc.).

Al fine della validazione della metodologia, tre siti sperimentali valanghivi sono stati presi in considerazione all'interno del territorio regionale: P.ta Seehore in Gressoney-La-Trinité (il sito sperimentale valdostano per lo studio della dinamica di valanghe di piccole/medie dimensioni), Mandaz in Valgrisenche e Crammont in Pré Saint Didier. Per ciascun bacino valanghivo, diversi metodi per il rilievo dei limiti di eventi valanghivi verificatisi durante l'Inverno 2012/13 sono stati presi in considerazione (laser scanner, GPS, ecc.) al fine di confrontare correttamente la precisione, i vantaggi e le limitazioni di questa metodologia e, in questo modo, calibrarla.

L'obiettivo principe è di fornire agli Uffici Neve e Valanghe un semplice strumento per il rapido rilievo e la conseguente mappatura di eventi valanghivi per avere un aggiornamento quasi in tempo reale del Catasto Regionale Valanghe.



INTRODUZIONE

Nel contesto di una Regione prettamente montana come la Valle d'Aosta, il censimento degli eventi valanghivi è la base della raccolta di informazioni per il continuo aggiornamento del catasto e della cartografia di pericolo valanghe sebbene una delle attività più onerose in termini sia di tempi di esecuzione che di personale tecnico coinvolto. Ad oggi, quest'attività costa non poco in termini di tempo, mezzi, strumentazione e personale tecnico, non tanto per il rilievo in sé, ma soprattutto a causa della trascrizione su cartografia in uso della perimetrazione di ciascun singolo evento valanghivo censito. Quest'operazione, oltre ad un'alta professionalità, richiede una profonda conoscenza del territorio, nonché delle metodologie di rilievo. Proprio al fine di facilitare il lavoro estivo dei tecnici di aggiornamento Catasto Valanghe e relativa Cartografia di pericolo, grazie al progetto MAP³ - "Monitoring for the Avalanche Prediction, Prediction and Protection" – P.O. Cooperazione territoriale europea Italia/Francia (Alpi) 2007-2013, si sta sviluppando una nuova metodologia al fine di riportare rapidamente in cartografia i limiti degli eventi valanghivi.

Questo articolo presenta i primi passi dello sviluppo di questa metodologia, dalla strumentazione necessaria, ai metodi di rilievo, alla prima versione del software *AdHoc4MAP³*, applicazione dedicata a semplificare le operazioni di individuazione della perimetrazione degli eventi valanghivi e della loro trascrizione in automatico su cartografia in uso.

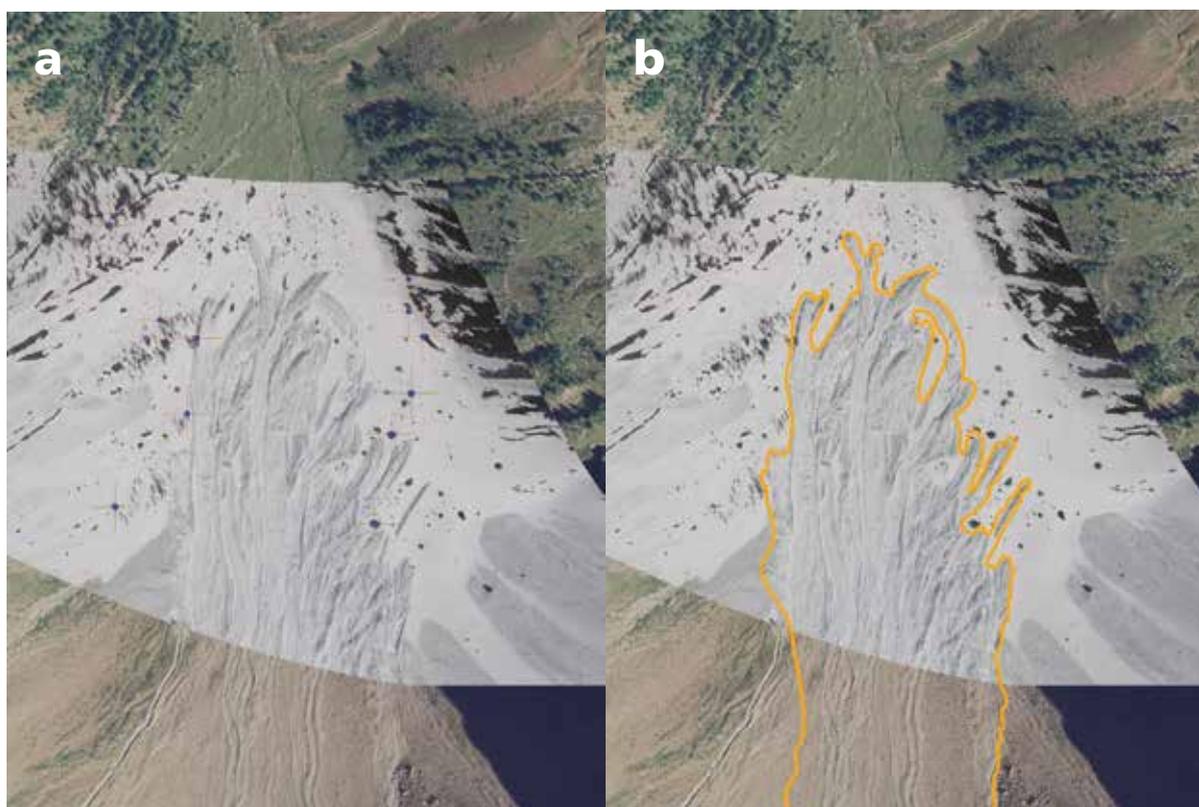
METODOLOGIE DI CENSIMENTO DI EVENTI VALANGHIVI IN USO

Principalmente dedicato alla perimetrazione dell'area di ingombro dell'accumulo valanghivo (intero o parziale), il censimento valanghe prevede la raccolta dati ed il rilievo dell'evento, più o meno approfonditi a seconda dell'importanza (per magnitudo o per interferenza con attività antropiche) del fenomeno stesso. Condotta durante la stagione invernale/primaverile con sopralluoghi e catalogazione degli eventi significativi, l'attività di censimento si completa in estate riportando i limiti delle valanghe censite su base cartografica, accompagnati con informazioni integrative raccolte dai tecnici dell'Ufficio Neve e Valanghe regiona-

le, rilevatori nivologici, agenti forestali, comprensori sciistici, commissioni locali valanghe.

Le modalità di censimento sono varie. Eseguito "da valle" e tipicamente della sola zona di accumulo, il censimento tradizionale viene condotto *in situ* mediante rilievo GPS del perimetro della valanga e di punti di specifico interesse, rilievo fotografico e di eventuali danni indotti. Più esaustivo per velocità e copertura spaziale a scapito della risoluzione è invece il censimento aereo che vede la ripresa fotografica digitale degli eventi indagati da elicottero con successiva geo-referenziazione tramite software GIS e relativa trascrizione su base cartografica in uso (Fig. 1). In condizioni ottimali il metodo consente di rapidamente ottenere informazioni sia delle zone di accumulo che delle zone di scorrimento e distacco del bacino valanghivo, storicamente poco note. Certo, anche il censimento aereo presenta varie limitazioni (Debernardi, 2012): dai costi elevati alla gestione della tempistica di pianificazione del volo e disponibilità dell'elicottero, dalle condizioni meteorologiche in atto (i.e., vento in quota e condizioni di visibilità), alla variabilità della distanza di ripresa che

Fig. 1 - Esempio di perimetrazione ottenuta dalla geo-referenziazione e trascrizione su base cartografia ed orto-fotografica di un rilievo fotografico aereo. L'immagine è della zona di accumulo della valanga n. 130 Pointe-Vallepiana - Cima-du-Merlo Nord (Bionaz- AO, Italy), evento del 3 maggio 2012 (RAVA, 2012).



può complicare il riconoscimento dei danni puntuali a edifici, infrastrutture e popolamenti forestali. Tutto ciò viene compensato dalla possibilità di raccogliere informazioni su fenomeni valanghivi (spesso non noti) in aree remote o inaccessibili, coprendo, in media per un buon censimento fotografico, i 19 settori valdostani in circa 3h di volo.

Grazie a queste metodologie nel corso dell' inverno 2012/13 sono stati censiti 461 eventi spontanei (Figg. 2 e 3), attribuiti a 370 fenomeni valanghivi di cui 59 risultano non noti al Catasto Valanghe prima di questa stagione. Copiosa la documentazione raccolta: oltre 2450 fotografie, numerosi rilievi effettuati con l'ausilio di apparecchiature GPS e 41 Schede segnalazione valanghe – Modello 7 AINEVA – compilate dai rilevatori del Corpo forestale della Valle d'Aosta (Fig. 4). Negli ultimi anni, grazie all'evoluzione tecnica e tecnologica degli strumenti di rilevamento, è stato possibile un netto miglioramento in qualità e quantità dei dati valanghivi rilevati che ha portato ad un conseguente aggiornamento dei metodi classici di censimento degli eventi valanghivi ora più versatili e funzionali (Figg. 5 e 6).

A questi, l'Ufficio Neve e Valanghe valdostano aggiunge oggi strumenti di rilievo sempre più sofisticati frutto dell'innovazione e trasferimento tecnologici della ricerca applicata quali il rilievo laser scanner, foto e videogrammetrico grazie alla validazione dei quali, su siti sperimentali scelti, si è ora in grado di stimare i volumi mobilitati – distaccati, erosi e deposti, velocità del fronte, ecc...

LA METODOLOGIA AdHoc4MAP³

E' proprio in questa direzione che, grazie al progetto MAP³ - *Monitoring for the Avalanche Prevision, Prediction and Protection* - P.O. Cooperazione territoriale europea Italia/Francia (Alpi) 2007-2013 - si sta sviluppando una metodologia di mappatura tridimensionale per il censimento rapido degli eventi valanghivi e la successiva repentina implementazione

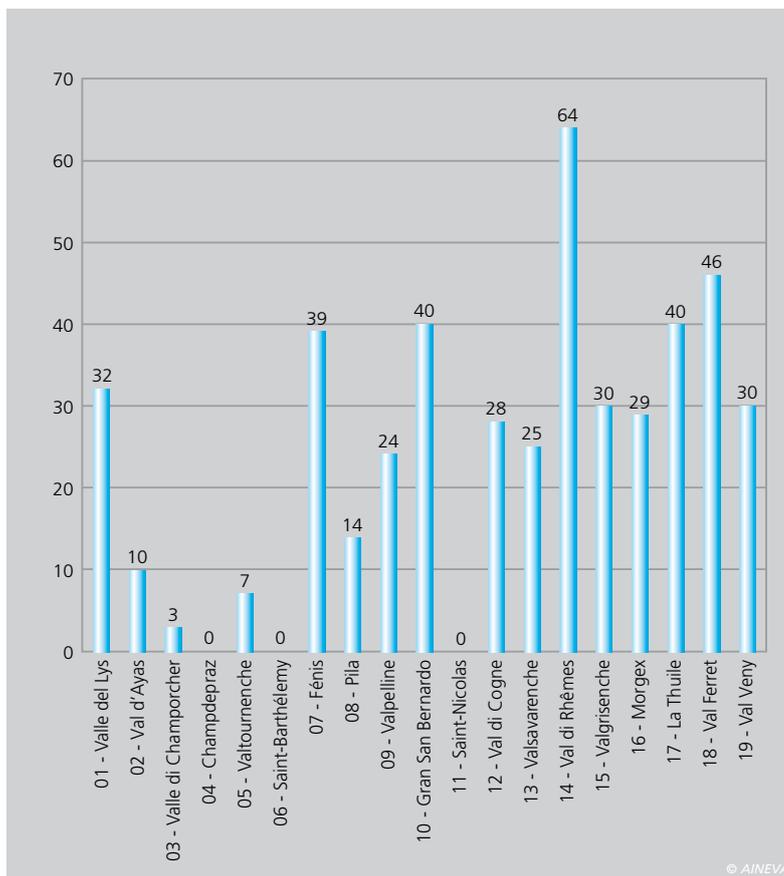


Fig. 2 - distribuzione per settore di riferimento dei 461 eventi spontanei osservati nel corso della stagione 2012/13 (RAVA, 2013).

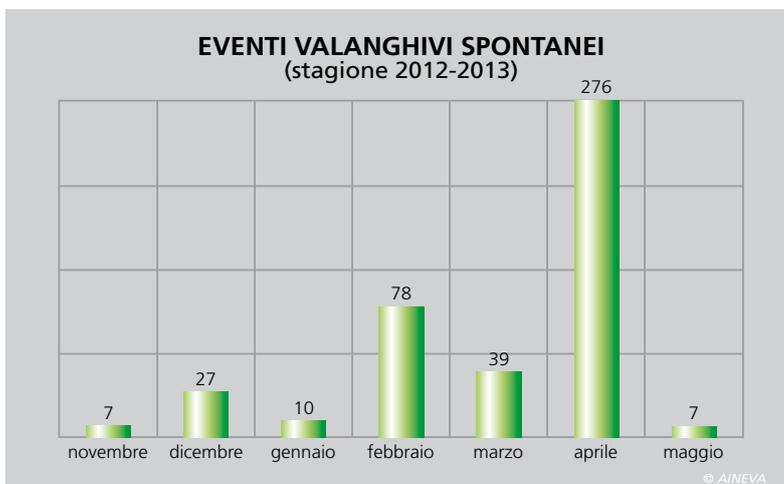


Fig. 3 - distribuzione mensile dei n. 444 eventi valanghivi spontanei di cui è noto il mese di accadimento, osservati nel corso della stagione 2012/13 (RAVA, 2013).

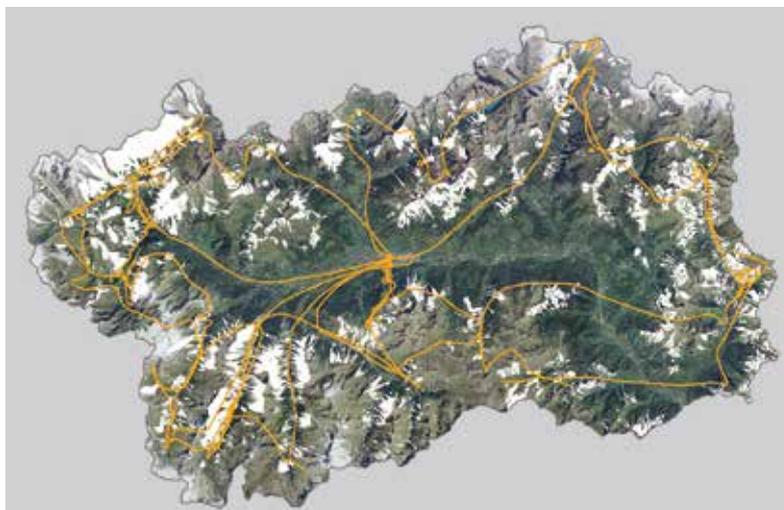


Fig. 4 - Cartografia del territorio regionale e dei siti valanghivi ad oggi censiti. In bianco la superficie regionale interessata, secondo il Catasto Valanghe, dalla presenza di fenomeni valanghivi aggiornata alla stagione invernale 2012-2013. Il tratteggio arancione rappresenta le tracce GPS effettuate durante i sopralluoghi in campo (aerei e non) eseguiti con lo scopo di censire gli eventi valanghivi dell'ultima stagione invernale: le porzioni di Regione maggiormente interessate dalle tracce GPS sono quelle dove è stata osservata una maggiore attività valanghiva spontanea. La porzione centrale dell'estratto presenta numerose tracce GPS essendo quest'area utilizzata dall'elicottero per decollare e atterrare all'aeroporto regionale Corrado Gex. (RAVA, 2013).

Fig. 5 - numero di eventi valanghivi spontanei censiti nelle ultime otto stagioni invernali (RAVA, 2013).

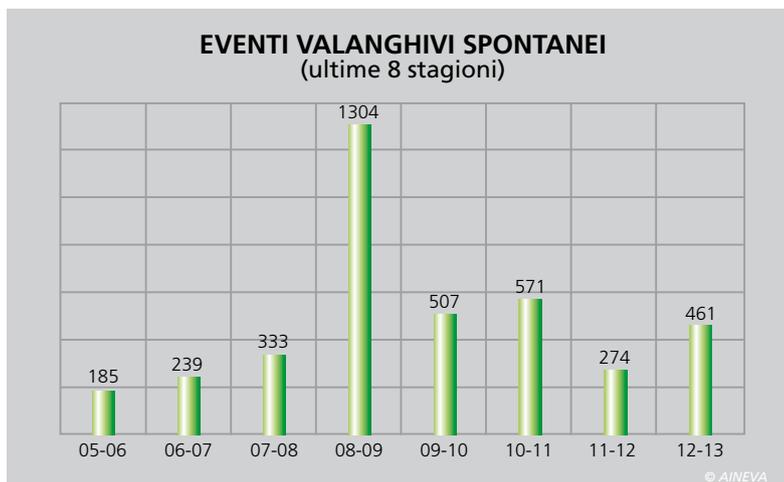
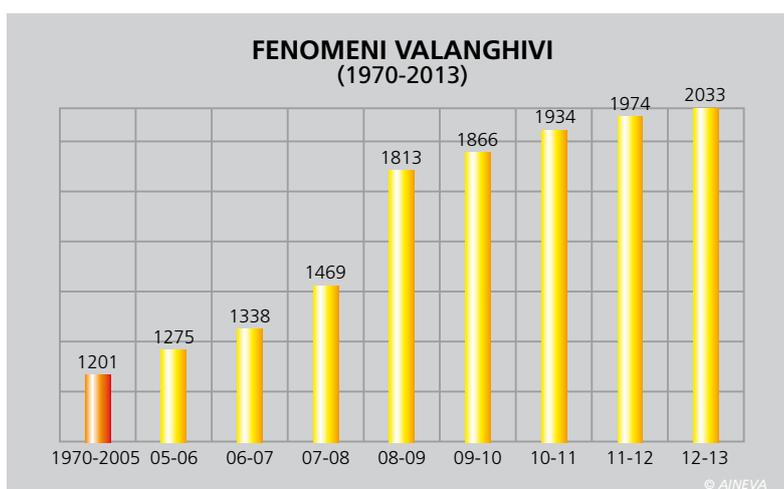


Fig. 6 - Incremento dei fenomeni valanghivi censiti all'interno del Catasto regionale valanghe dal 1970 al 2013 (RAVA, 2013).



del Catasto Regionale Valanghe, basata sulle *immagini solide*.

In geomatica, l'immagine solida è una immagine realizzata con una camera fotogrammetrica calibrata di cui si conoscono i parametri di orientamento interni ed esterni ed alla quale si associa con una procedura particolare un modello di forma tridimensionale della porzione di oggetto inquadrato. Grazie a ciò, senza necessità di particolari sistemi di visione stereoscopica, è possibile effettuare misure e restituzioni tridimensionali di qualsiasi oggetto rappresentato direttamente dall'immagine originale. Nel monitoraggio valanghe, questo approccio non ricade nell'elenco delle tecniche di censimento abituali per problemi logistici (aree da rilevare troppo estese o difficilmente osservabili) e di costo, ma viene invece preso in considerazione per integrare dati di tecniche di rilevamento fotogrammetriche e laser scanner grazie agli ottimi risultati in termini di tempistica e qualità del dato rilevato.

Per queste ragioni si sta sviluppando una metodologia che permetta di ottenere una immagine solida per via diretta (ovvero senza dover integrare l'immagine digitale con il dato laser tridimensionale) che consenta ai tecnici della montagna di effettuare le misure necessarie in piena autonomia, utilizzando una fotocamera digitale opportunamente calibrata, con rapidità sia di rilievo che di elaborazione. La metodologia, oltre all'acquisizione di immagini scattate da aeromobili o da terra, prevede l'individuazione di posizione ed assetto della camera in base alla sincronizzazione con l'area oggetto di rilievo mediante riconoscimento tridimensionale dell'area stessa.

Abbinato alla procedura di ripresa, la metodologia *AdHoc4MAP³* presenta un software specifico che, oltre alla visualizzazione 3D dei dati ottenuti, permette la perimetrazione rapida dei contorni dell'evento valanghivo direttamente su foto solida 3D e il conseguente trasferimento rapido su cartografia in uso.

LA STRUMENTAZIONE DA UTILIZZARE PER IL RILIEVO

Il concetto di immagine solida e la possibilità di usare una singola immagine per effettuare misurazioni è stato sviluppato inizialmente come prodotto di integrazione tra dati laser scanner e dati fotogrammetrici. Affinché sia possibile associare all'immagine fotografica un modello di forma della porzione fotografata è per prima cosa necessario utilizzare, per generare l'immagine, una fotocamera specifica, di tipo metrico o semimetrico. Si tratta delle classiche fotocamere che si utilizzano oggi per i rilevamenti fotogrammetrici. Nel caso specifico del progetto MAP³ la fotocamera utilizzata per l'acquisizione delle immagini è una reflex dotata di ottica a focale fissa calibrata. La calibrazione della macchina fotografica avviene utilizzando un poligono specifico prima delle fasi di acquisizione in sito. Essendo una camera di tipo semimetrico la calibrazione deve essere ripetuta a intervalli regolari. In fotogrammetria la precisione ottenibile nella mappatura degli eventi è funzione di diversi aspetti tra cui la dimensione del sensore digitale e del pixel, la distanza focale dell'obiettivo, la distanza di presa e il rapporto di base. Nel caso dell'immagine solida questi principi sono ancora validi. A seconda della distanza a cui sono realizzate le singole immagini e della focale dell'obiettivo, è possibile ottenere precisioni differenti.

Vista la grande varietà di eventi che si producono sul territorio regionale, la variabilità delle dimensioni, della forma, e dell'intensità dei fenomeni, è valutato il metodo di rilevamento fotografico classico che avviene da elicottero sorvolando le zone di interesse, sono state scelte le caratteristiche della macchina fotografica e dell'obiettivo da utilizzare per la mappatura. Si tratta di caratteristiche che si adattano mediamente bene alla mappatura delle valanghe valdostane. Sicuramente una singola camera con un singolo obiettivo a distanza focale fissa non si adatta a tutte le situazioni e sicuramente casi limite al momento potrebbero

portare al non ottenimento del risultato voluto. Si tratta però di una procedura attualmente in fase di sperimentazione, che già permette di ottenere buoni risultati e che potrà essere in futuro ampliata con nuove specifiche o strumentazione differente, ampliandone così la fruibilità.

IL METODO AdHoc4MAP³

Dopo aver realizzato le immagini degli eventi ha inizio la parte di mappatura delle singole valanghe.

L'idea di base su cui si sviluppa il metodo prevede per prima cosa la generazione dell'immagine solida per via diretta. Per poter generare una immagine solida è necessario un modello tridimensionale dell'oggetto fotografato, che può essere derivato o da un modello esistente del territorio oppure mediante una generazione automatica a partire da più immagini. Questo secondo caso sarebbe idealmente più corretto ma è sicuramente più complesso soprattutto perché i siti fotografati sono spesso o sempre completamente innevati. Per la generazione di un modello 3D a partire dalle sole immagini si utilizzano metodi di correlazione fotogrammetrica per individuare punti omologhi tra immagini. Se però le aree fotografate sono di colore uniforme, in genere bianche (la neve), è molto probabile che questi metodi vadano in crisi e non portino ad un risultato di qualità.

Dovendo assicurare all'amministrazione ed ai tecnici che si occupano della mappatura un risultato in tutti i casi operativi possibili, per la generazione dell'immagine solida diretta è stato quindi realizzato un approccio scalare, a step successivi, di precisione differente. Il primo a bassa o media precisione si basa sull'utilizzo di un modello di forma del terreno derivato dal DEM regionale, il secondo step, per il miglioramento del risultato, se necessario, si basa sulla generazione di un modello di forma specifico della valanga per correlazione fotogrammetrica.

Durante le fasi di sviluppo della procedura, attualmente in essere, abbiamo potuto notare che già il primo step assicura un

discreto risultato in termini di accuratezza e, se rapportato al metodo classico, garantisce un buon risparmio di tempo. Il secondo aspetto affrontato è l'associazione di valori alfanumerici alle singole mappature. Attualmente, senza utilizzare il metodo AdHoc4MAP³, l'inserimento nel sistema informativo territoriale dei valori alfanumerici relativi al singolo evento avviene alla fine delle operazioni di mappatura.

Il metodo sviluppato affronta invece la problematica nel modo completamente opposto per ragioni di velocità e di organizzazione del lavoro. Per prima cosa viene creata una scheda evento (Fig. 7).

Si tratta di un *form* di inserimento dati alfanumerici, dall'aspetto semplice e rispondente alle classiche schede cartacee utilizzate attualmente in Valle d'Aosta, nel quale è possibile inserire tutte le informazioni necessarie e nel quale, qualora alcune informazioni possano essere derivate automaticamente, è il sistema che le genera a richiesta (come ad esempio l'estensione in coordinate cartografiche, le quote massima e minima, ecc ...).

Una volta inserita la scheda è possibile visualizzarla come form di inserimento dati oppure con la sua veste grafica classica, che può essere esportata in formato PDF, se necessario (Fig. 8).

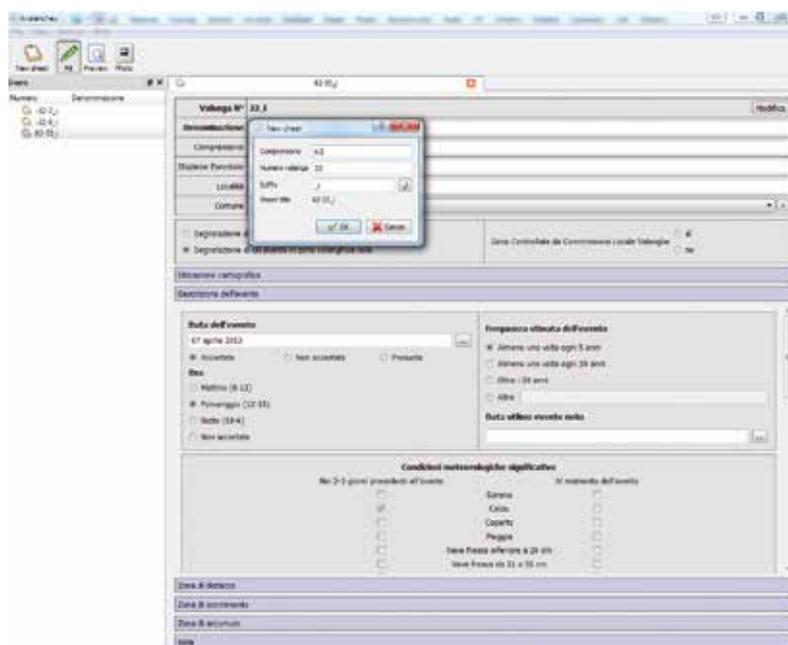


Fig. 7 - L'interfaccia di inserimento dati - AdHoc4MAP³ software

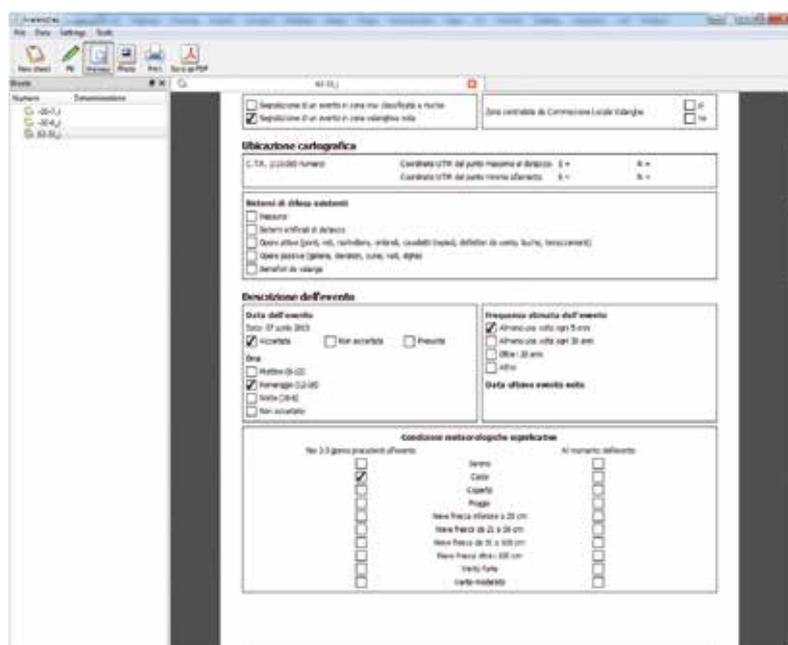


Fig. 8 - Esempio di scheda nella veste grafica finale - AdHoc4MAP³ software

Fig. 9 - Fase di associazione delle immagini alla scheda di evento - AdHoc4MAP³ software

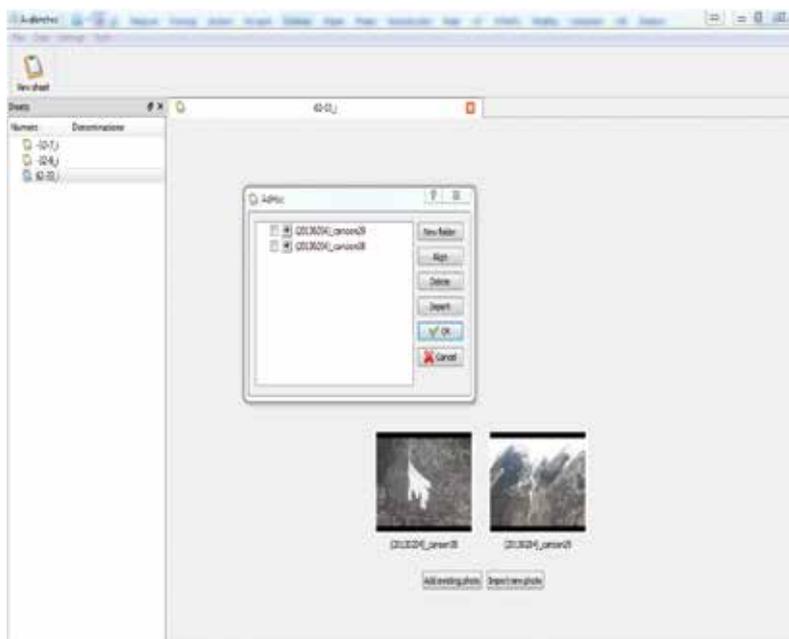


Fig. 10 - Fase di georeferenziazione dell'immagine - AdHoc4MAP³ software

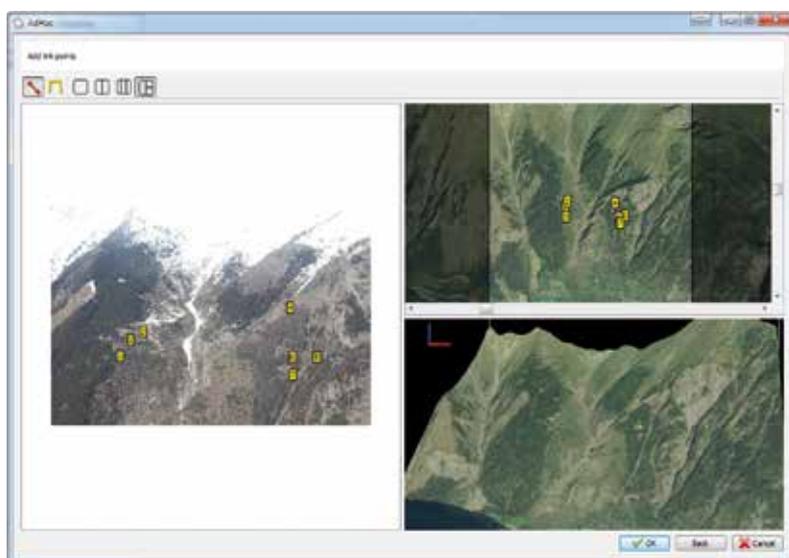
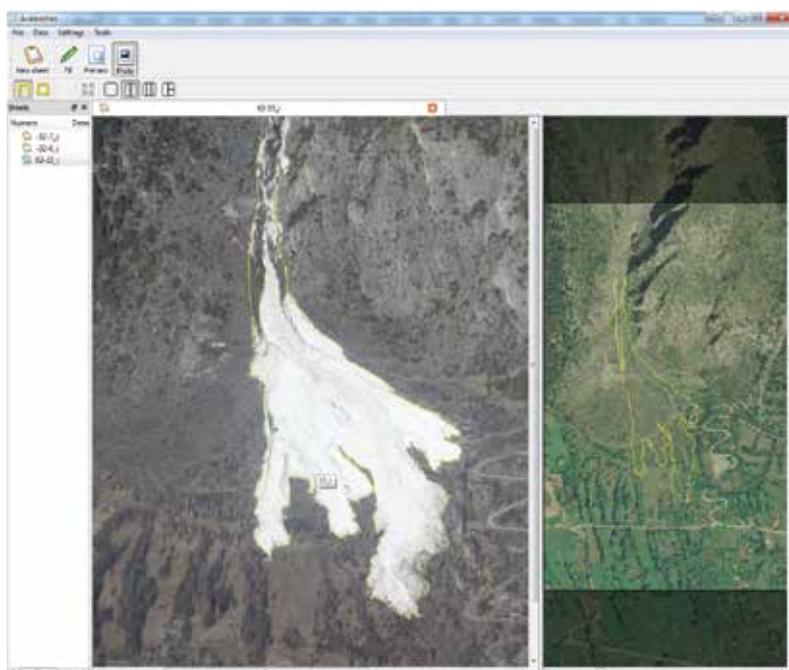


Fig. 11 - Fase di mappatura della valanga sull'immagine - AdHoc4MAP³ software



Soltanto quando si è definito l'evento ed è stata creata la scheda è possibile associare alla stessa le immagini dell'evento ed iniziare la fase di mappatura. In questo modo alla scheda sono associate le immagini del singolo evento e tutte le informazioni riguardanti l'area sono facilmente inseribili dall'utente. E' altresì possibile integrare comodamente i dati e modificare quanto già mappato nel caso fosse necessario.

Per ogni scheda possono essere associate una o più immagini dell'evento. Questo perché spesso una singola immagine non è sufficiente a descrivere l'evento in modo completo. Utilizzando invece più di una immagine è possibile mappare zone diverse da immagini differenti ottenendo però sempre un unico modello completo della valanga (Fig. 9).

Ogni singola immagine, per essere utilizzata deve essere inizialmente georeferita. Una interfaccia semplice permette di effettuare questa operazione. La prima georeferenziazione è realizzata in modo semplice soltanto guardando il modello 3D del territorio regionale nel quale l'immagine è stata scattata e inquadrandolo grossomodo dalla stessa posizione. Questa prima operazione pratica in realtà permette al software di gestione Ad Hoc di effettuare i primi calcoli e la prima stima di una posizione dell'immagine nello spazio. Sull'immagine, dopo questa semplicissima operazione è già possibile disegnare gli ingombri della valanga. E' il software che utilizzando i principi di generazione scalare dell'immagine correla tutte le informazioni esistenti e permette di ottenere delle linee tridimensionali di mappatura. La georeferenziazione dell'immagine può a questo punto essere migliorata, qualora necessario, inserendo alcuni punti di georeferenziazione manuale. I punti sono scelti sull'immagine e sul modello 3D o la relativa cartografia o ortofoto. Questa operazione è stata sviluppata per garantire una mappatura controllata molto precisa quando gli eventi si producono in prossimità di ambiti edificati. Mano a mano che sono inseriti dei punti di georeferenziazione l'immagine migliora

il suo orientamento spaziale e la mappatura degli estremi della valanga sono continuamente aggiornati per rendere consapevole l'operatore del risultato che viene ottenuto (Fig. 10).

A georeferenziazione ultimata l'immagine è inserita nel database interno del software e può essere utilizzata per disegnare i contorni della valanga se non sono ancora stati realizzati o a modificarli nel caso in cui siano già stati realizzati.

La mappatura dell'evento avviene sull'immagine originale e non su una proiezione o deformazione dell'immagine sul piano cartografico. È il software e la logica di gestione ad immagine solida che, noti i parametri di orientamento dell'immagine nello spazio e noto un modello di forma dell'oggetto provvede alla riproiezione delle linee di ingombro, che quindi diventano linee tridimensionali, a differenza del vecchio metodo che generava linee bidimensionali (Fig. 11).

Se la valanga è visibile da una singola

immagine la procedura termina, mentre se sono necessarie più immagini è sufficiente inserirne di nuove per continuare la mappatura. L'inserimento delle nuove immagini avviene come per la prima. In presenza di più immagini il software, se ritenuto necessario, cerca di correlare automaticamente le due immagini in modo da agevolare l'operatore e di fargli risparmiare tempo (Fig. 12).

Guardando la seconda immagine, se già realizzati sulla prima e sono visibili sulla seconda immagine, i contorni sono visualizzati in modo che l'operatore possa proseguire la mappatura da dove si era interrotto sulla prima immagine.

Tutti i risultati delle mappature effettuate con Ad Hoc sono visualizzabili sia in 3D che in 2D sulla cartografia regionale classica e sono esportabili nei formati classici di interscambio.

L'agilità di gestione ed il database interno permettono di mantenere ben organizzati tutti i dati e consentono agli esperti di ef-

fettuare ricerche relazionali nel database. Qualora necessario Ad Hoc consente inoltre di esportare uno o più eventi secondo la codifica di interscambio dati regionale in modo tale che tutti gli eventi possano essere inseriti correttamente all'interno del catasto regionale.

I SITI PILOTA VALDOSTANI

Sebbene la metodologia sviluppata avrà validità su tutto il territorio valdostano, al fine della sua validazione, sono stati scelti dei siti pilota in base ad un loro possibile semplice monitoraggio basato sull'acquisizione di documentazione fotografica dell'intero bacino valanghivo da postazioni sicure e facilmente raggiungibili, nonché dalla profonda conoscenza storica dei fenomeni. I tre siti risultano (Fig. 13): 1) sito sperimentale di P.ta Seehore – Gressoney-La Trinité (AO). Il sito è operativo dal 2009, al fine di comprendere meglio la dinamica delle valanghe di



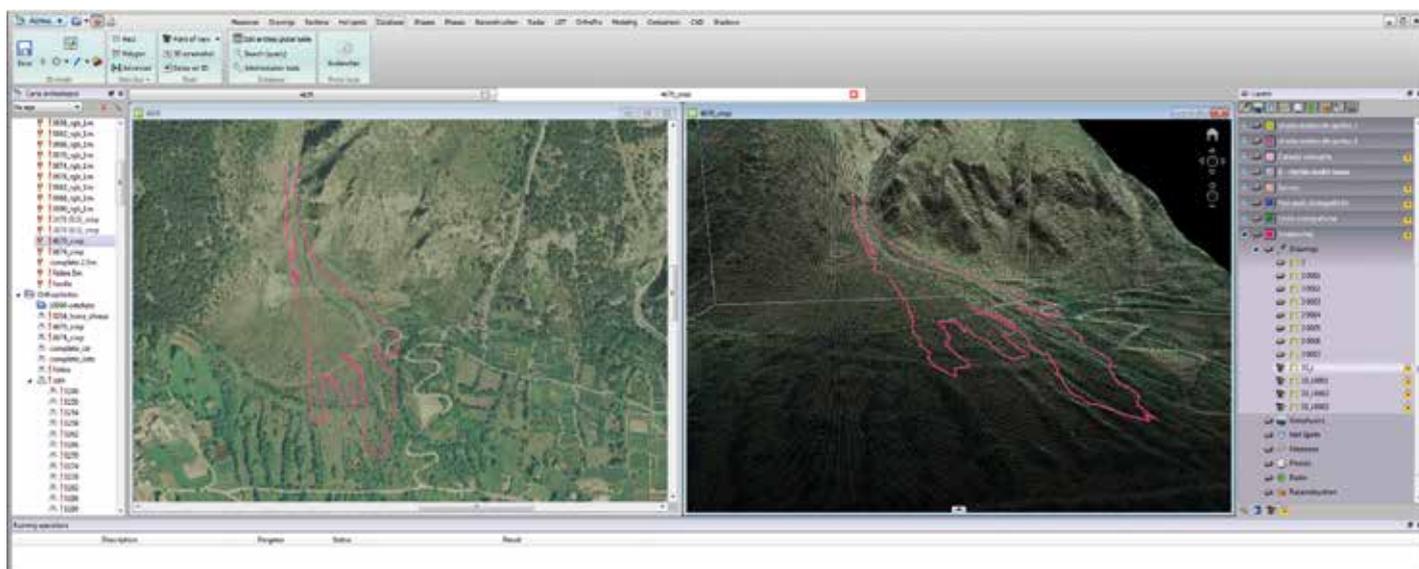


Fig. 12 - Visualizzazione dell'evento in 2D sull'ortofoto ed in 3D - AdHoc4MAP³ software

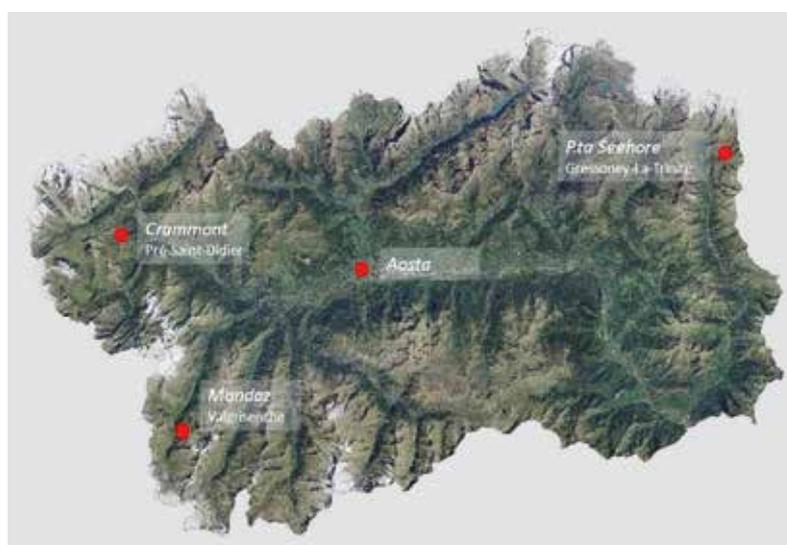


Fig. 13 - Localizzazione dei siti pilota per lo sviluppo della procedura AdHoc4MAP³ sui territori valdostano regionale.

piccole/medie dimensioni e le loro forze d'impatto su eventuali ostacoli (Barbero et al., 2013; Maggioni et al., 2013). Il pendio presenta un dislivello di 300 m (da 2570m a 2300m s.l.m.) ed un'inclinazione media di circa 38°. Solitamente i fenomeni valanghivi durante la stagione invernale sono innescati artificialmente per bonificare il pendio che incombe su una pista di sci ed aumentare la sicurezza all'interno del comprensorio. Questi fenomeni sono solitamente di tipo denso, occasionalmente si presentano in forma polverosa. Il sito è monitorato grazie ad un ostacolo di 4 m di altezza strumentato con n. 5 piastre orizzontali di alluminio che misurano gli effetti dell'impatto della valanga sull'ostacolo. Oltre a queste misure, sono svolti diversi rilievi manuali in sito pre e post distacco sulle proprietà fisico-meccaniche della neve in zona di

distacco, scorrimento e deposito, velocità del fronte, bilancio di massa anche grazie a rilievi foto-videografici e misure laser scanner che forniscono velocità del fronte, perimetrazione di dettaglio dell'evento e la stima dei volumi mobilitati;

2) la valanga "Crammont" ricade nel comprensorio 16 del Catasto valanghe della Valle d'Aosta ed è contrassegnata dal numero 041. Si colloca in destra orografica della Valdigne nel comune di Pré-St-Didier. Potenzialmente la valanga potrebbe distaccarsi dalla quota di 2730 m s.l.m. circa del Mont Crammont, per poi raggiungere il fondovalle (1030 m s.l.m.). In alcuni casi la valanga ha risalito parte del versante opposto, ostruendo la strada comunale (quota 1055 m s.l.m. circa) che raggiunge la fraz. di Pallesieux. Il monitoraggio della valanga è agevole in vari punti lungo la SS26 da dove si può scor-

gere parti del bacino valanghivo;

3) la valanga "A nord di Mandaz Désot", ricade nel comprensorio 15 del catasto valanghe della Valle d'Aosta ed è contrassegnata dal numero 125. Si colloca in destra orografica della Valgrisenche a ridosso del lago artificiale di Beauregard. Potenzialmente la valanga presenta un distacco alla quota massima di 2100 m s.l.m., a monte di loc. Bénévy, per arrestarsi a livello del lago artificiale, alla quota di 1700 m s.l.m.. Durante il suo percorso interseca la strada comunale (nel periodo invernale chiusa al traffico) alla quota di 1775 m s.l.m. circa. Insieme ad altre, la valanga è localizzata in un'area valanghiva che ospita più valanghe "sospette" monitorate da webcam posta sul versante opposto in loc. Menthiu (quota 1866.5 m s.l.m.) grazie al progetto strategico "STRADA" - Strategie di adattamento ai cambiamenti climatici per la gestione dei rischi naturali nel territorio transfrontaliero - Programma di Cooperazione Transfrontaliera IT-CH 200-2013. Il monitoraggio del sito mediante webcam è stato abbandonato a causa della scarsa affidabilità e risoluzione della webcam. Il monitoraggio, seppur non in tempo reale, continua grazie alla collaborazione della CLV di Valgrisenche e dal personale della C.V.A. stabile nei pressi della Diga di Beauregard.

La scelta dei siti è inoltre stata influenzata dalla loro posizione in territorio valdostano: Valgrisenche e Pré-St-Didier trovandosi nel settore NW della Regione sono

maggiormente influenzati dal punto di vista meteorologico dalle perturbazioni provenienti da N-NW.

Al contrario, la Valle del Lys, posizionata nel settore nord-orientale della Valle, risente maggiormente delle precipitazioni provenienti da S-SE. In questo modo, in base all'andamento meteorologico della stagione, si avrà comunque una probabilità maggiore di avere neve al suolo e conseguente attività valanghiva almeno in uno dei siti individuati, così da portare avanti le varie attività previste da progetto.

Nella stagione invernale 2012/13, sono stati effettuati censimenti fotografici aerei (n. 3 per P.ta Seehore (eventi del 26/02 e 19-24/03) e n. 2 per Crammont) e terrestri (n. 7 con GPS per P.ta Seehore, n. 3 per Crammont con macchina foto calibrata e n. 1 con GPS per Mandaz) dei tre siti pilota valdostani insieme a rilievi laser scanner specifici (n. 2 per P.ta Seehore e n. 1 per Mandaz) al fine della validazione della procedura.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Ad oggi la procedura *AdHoc4MAP³* è in

fase di calibrazione e validazione e sarà sicuramente oggetto di ulteriore sviluppo prima della sua operatività all'interno dell'Ufficio Neve e Valanghe regionale.

Ad esempio, un aspetto su cui si sta lavorando è il vincolo della fotocamera utilizzata per l'acquisizione delle immagini a focale fissa (50 mm) calibrata.

Il suo uso infatti non permette la ripresa fotografica del bacino valanghivo nella sua interezza - a meno di una cosciente e importante perdita di precisione - ma ne impone la suddivisione in scatti sequenziali.

Questo, in fase di rilievo, oltre a comportare un importante incremento del numero di fotografie scattate (per un singolo bacino, si passa, in media, da 1 scatto con macchina fotografica con focale mobile a 3 con focale fissa) e delle difficoltà di ripresa - in termini di operatività, distanza di scatto e di tempistiche - non permette di avere una visione globale del bacino valanghivo che renderebbe più agevole la fase di georeferenziazione dell'immagine grazie al riferimento di oggetti naturali (e.g., rocce, piante, ecc...) non di colore bianco.

Ad ogni modo, durante i primi test, la

procedura ha dimostrato possedere interessanti peculiarità (ad esempio il vantaggio della vista tridimensionale che dà la possibilità di maggior accuratezza delle misure e una miglior comprensione della dinamica dell'evento associata alla morfologia del terreno, soprattutto delle zone di distacco e di accumulo) e tutte le caratteristiche per diventare un valido supporto per un rapido censimento e relativa perimetrazione degli eventi valanghivi (grazie, ad esempio alla prevista interconnessione tra la traccia GPS dell'aerogiro e la ripresa fotografica di centinaia di bacini valanghivi così più rapidamente localizzabili in cartografia) per gli Uffici Neve e Valanghe nazionali.

RINGRAZIAMENTI

Lo sviluppo e la ricerca è supportata dal Programma Operativo di Cooperazione territoriale europea transfrontaliera Italia/Francia (Alpi) 2007/2013, progetto n. 144, MAP³ - "Monitoring for the Avalanche Prevision, Prediction and Protection". Un sentito ringraziamento a Eloïse Bovet (Fondazione Montagna sicura) e Luca Pitet (Regione autonoma Valle d'Aosta).



Bibliografia

- Barbero, M., Barpi, F., Borri-Brunetto, M., Bovet, E., Chiaia, B., De Biagi, V., Frigo, B., Pallara, O., Maggioni, M., Freppaz, M., Ceaglio, E., Godone, D., Viglietti, D., Zanini, E., 2013. A new experimental snow avalanche test site at Seehore Peak in Aosta Valley (NW Italian Alps) — Part II: engineering aspects. *Cold Regions Science and Technology* 86, 14-21.
- Bornaz, L., Dequal, S., 2003. A new concept: the solid image. In: *International Archives CIPA N°XIX-2003 Vol. 1 ISPRS Vol. XXXVI-5/C34. CIPA 2003 XIXth International Symposium. Antalya (Turchia). 30 september – 04 october 2003. (vol. 1, pp. 169-174). ISBN/ISSN: 975-561-245-9 / 0256-1840.*
- Bornaz, L., Dequal, S., 2004. The solid image: An easy and complete way to describe 3D objects. In: *Volume XXXV part B5. XXth ISPRS congress. Istanbul. 12 – 23 July 2004. (pp. 183-188). ISBN/ISSN: 1682-1777.*
- Debernardi A., Segor V., 2012. Il nuovo catasto valanghe: la memoria storica valanghiva in Valle d'Aosta. *Neve e Valanghe*, n. 76, pag. 34 – 45.
- Maggioni, M., Freppaz, M., Ceaglio, E., Godone, D., Viglietti, D., Zanini, E., Barbero, M., Barpi, F., Borri-Brunetto, M., Bovet, E., Chiaia, B., De Biagi, V., Frigo, B., Pallara, O., 2013. A new experimental snow avalanche test site at Seehore peak in Aosta Valley (NW Italian Alps) — Part I: conception and logistics. *Cold Regions Science and Technology* 85, 175-182.
- Regione autonoma Valle d'Aosta, Assessorato opere pubbliche, difesa del suolo e edilizia residenziale pubblica, Direzione assetto idrogeologico dei bacini montani, Ufficio Neve e Valanghe, 2012. *Rendiconto nivo-meteorologico. Inverno 2011-2012. Pagg. 184.*
- Regione autonoma Valle d'Aosta, Assessorato opere pubbliche, difesa del suolo e edilizia residenziale pubblica, Direzione assetto idrogeologico dei bacini montani, Ufficio Neve e Valanghe, 2013. *Rendiconto nivo-meteorologico. Inverno 2012-2013. (in press).*