

Analisi dell'evento valanghivo
che ha colpito l'abitato di
Rochemolles il 4 Gennaio 2018

La VALANGA del GRAN VALLONE

Utilizzo del drone
per la stima
dell'accumulo
della valanga

Alberto Dotta

Direttore del Consorzio
Forestale Alta Valle Susa

Erika Solero

Consulente del Consorzio Forestale
Alta Valle Susa e di Arpa Piemonte

THE GRAN VALLONE AVALANCHE

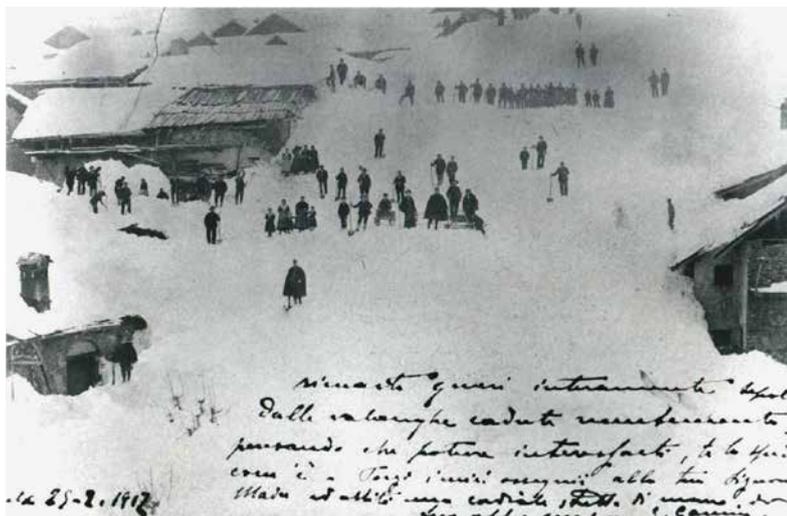
The use of drones to estimate avalanche accumulation

The Rochemolles village, in Alta Valle Susa, is a little hamlet in Bardonecchia municipality that has been affected for a long time by many catastrophic avalanches, causing great concern among both inhabitants and the municipal administration. The latter, in the last few years has been committed to managing the risk represented by the avalanche basins above the village, building defence works coupled with appropriate urban planning and civil defence tools. On Thursday 4 January 2018, at 6.30 pm, a strong rumble announced the release of an avalanche from Gran Vallone that hit the west portion of the village and interrupted road communications to Bardonecchia. Some damages were recorded to homes, though not structural, and the avalanche destroyed larches and broad-leaved trees over a surface of about two hectares of forest on the opposite side of the village, with damage to vegetation on the banks of the Rochemolles stream. The day after, the Consorzio Forestale Alta Valle Susa, which is part of the local avalanche commission, used a drone fitted with a camera to fly over the area, managing for the first time to define the avalanche boundaries with precision and to correctly quantify the size of accumulation, after comparing the survey with the regional DTM.

L'abitato di Rochemolles, in Alta Valle Susa, è una piccola frazione del comune di Bardonecchia, interessato nel tempo da numerosi eventi valanghivi catastrofici che hanno creato grande preoccupazione sia negli abitanti che nell'amministrazione comunale. Quest'ultima, nel corso degli ultimi anni, si è adoperata nella gestione del rischio sotteso ai bacini valanghivi posti a monte dell'abitato, con la costruzione di opere di difesa abbinate ad opportuni strumenti di pianificazione urbanistica e di protezione civile. Giovedì 4 gennaio 2018 verso le 18,30 un forte boato annuncia il distacco della valanga del Gran Vallone che investe il settore ovest della frazione e interrompe la viabilità con Bardonecchia. Vengono registrati danni, seppur non strutturali, alle abitazioni, schianti di larici e latifoglie di invasione su una superficie di circa due ettari di bosco sul versante opposto con danni alla vegetazione presente sulle fasce spondali del torrente di Rochemolles. Il giorno seguente, il Consorzio Forestale Alta Valle Susa, facente parte della CLV, commissiona il sorvolo dell'area con un drone dotato di fotocamera riuscendo quindi, per la prima volta, a definire i limiti precisi della valanga e, confrontando il rilievo con il DTM regionale, quantificare in maniera corretta le dimensioni dell'accumulo.



Fig. 1 - Foto della valanga che nel 1912 ha interessato l'abitato di Rochemolles utilizzata come cartolina e spedita da Oulx il 29-2-1912.



ROCHEMOLLES E LE SUE VALANGHE

L'abitato di Rochemolles è ora un piccolo borgo che si trova a 1620 m di quota e fa parte del comune di Bardonecchia in Alta Valle Susa. Fino a metà del secolo scorso erano presenti 40 abitazioni e vivevano stabilmente più di 150 persone. Nel febbraio del 1961 una grossa valanga ha colpito il paese (Figura 1), provocando la morte di 4 persone e ingenti danni alle abitazioni. Da allora la popolazione non vi ha più abitato stabilmente durante l'inverno fino ai primi anni 2000 quando la costruzione di opere di difesa hanno permesso la revisione del PRGC. È stata ridefinita la perimetrazione di Rochemolles in funzione delle Classi di idoneità urbanistica indicate dalla Circolare 7/LAP del 1996, al fine di migliorare il rapporto tra rischio di caduta valanghe e esigenze di urbanizzazione, vietando nuove costruzioni e dando parametri costruttivi sulla base delle spinte e delle pressioni attese.

Ad oggi vivono stabilmente una ventina di persone ed è presente un ristorante aperto tutto l'anno.

Le valanghe storiche che interessano l'abitato di Rochemolles sono sostanzialmente due:

1. La valanga di Cima Gardiola considerata per antonomasia la "valanga di Rochemolles" perché responsabile degli eventi maggiormente distruttivi come quello del 1961. La valanga è composta da numerosi rami valanghivi che prendono origine dai diversi sottobacini e complessivamente costituiscono la Valanga di Cima Gardiola. Per la mitigazione del rischio su questa valanga si è intervenuti con la realizzazione di un vallo deviatore (alto 22 m e lungo 161 m, realizzato utilizzando la tecnica delle terre armate nel quale è stato realizzato il passaggio per il Rio Fourn) e la posa di ombrelli fermaneve nei settori più esposti a monte dell'abitato. Nell'inverno 2018 numerosi rami della valanga si sono staccati senza arrecare

danni all'abitato di Rochemolles grazie all'efficacia dell'argine deviatore.

- La Valanga di Cima del Vallone che raggiunge raramente il torrente e nel passato ha provocato danni al paese e alla vegetazione presente sul versante opposto a causa del soffio. Nulla è stato ad oggi progettato e realizzato all'interno del Bacino del Vallone, dove si è verificata la valanga di quest'inverno e di cui si occupa il presente articolo. (Figura 1)

LA VALANGA DEL GRAN VALLONE

La zona di distacco si trova nel bacino imbrifero di forma regolare, dominato a ovest dalla Cima del Vallone, 3171 m slm e a est dalla cima Gardiola, 3125 m slm. Il bacino si restringe notevolmente a 2200m, al disopra di uno strapiombo di 500 metri di dislivello che termina alla base del pendio dove si trova l'abitato di Rochemolles.

I pendii del bacino sono generalmente poco ripidi e permettono di norma l'accumulo di grandi quantità di neve che tendono a stabilizzarsi naturalmente. Unicamente le zone sommitali superano i 35 gradi e normalmente possono provocare piccoli scaricamenti che tuttavia si arrestano prima del restringimento, senza quindi raggiungere il paese. In condizioni particolari di forti nevicate, con accumuli in cresta che raggiungono considerevoli spessori di neve instabile, possono verificarsi distacchi che coinvolgono nella caduta l'intero bacino mettendo in moto una grande quantità di neve. Masse di queste dimensioni, dotate di una forte accelerazione non sono in grado di fermarsi all'interno del bacino e percorrono lo strapiombo fino al brusco cambio di pendenza presente alla base del versante; a causa del salto si genera una componente nubiforme particolarmente importante, anche con nevi ad elevata densità, che quasi sempre colpisce la porzione ovest dell'abitato e talvolta raggiunge il versante opposto. La valanga che si è staccata il 4 gennaio ha seguito proprio una dinamica di que-

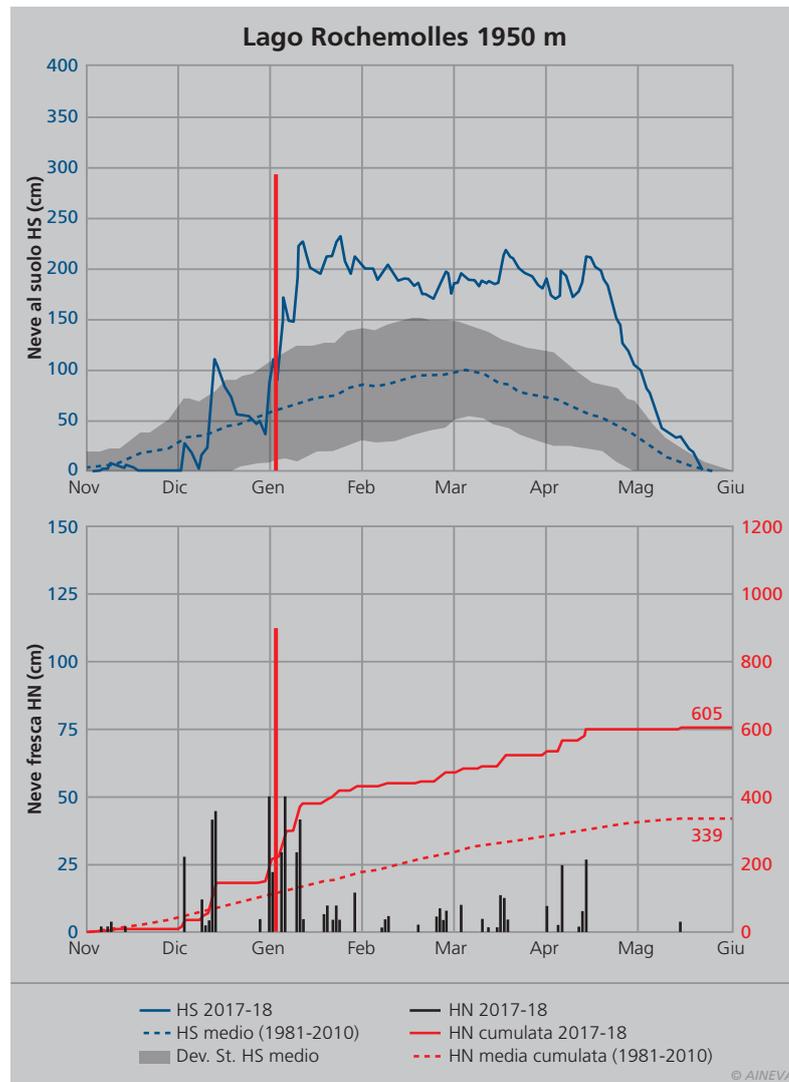


Fig. 2 - Andamento della neve al suolo (grafico blu) e della neve fresca (grafico rosso) della stazione di Rochemolles nella stagione 2017/18 a confronto con la media stagionale della stazione; la linea rossa identifica la situazione presente prima delle precipitazioni che hanno portato al distacco della valanga del Gran Vallone.



Fig. 3 - Ortofoto con evidenziata la valanga del gran Vallone che ha interessato l'abitato di Rochemolles e le stazioni nivo-meteorologiche prese in considerazione per l'analisi dei dati.

sto tipo e, secondo un lavoro di ricerca interno al CFAVS del 1996 (valanghe del bacino del Vallone: 1706, 1749, 1873, 1912, 1935 eseguito da Luisa Alzate), evoluzioni simili si sono verificate tutte le volte che la valanga ha raggiunto Rochemolles.

Evento del 4 gennaio 2018

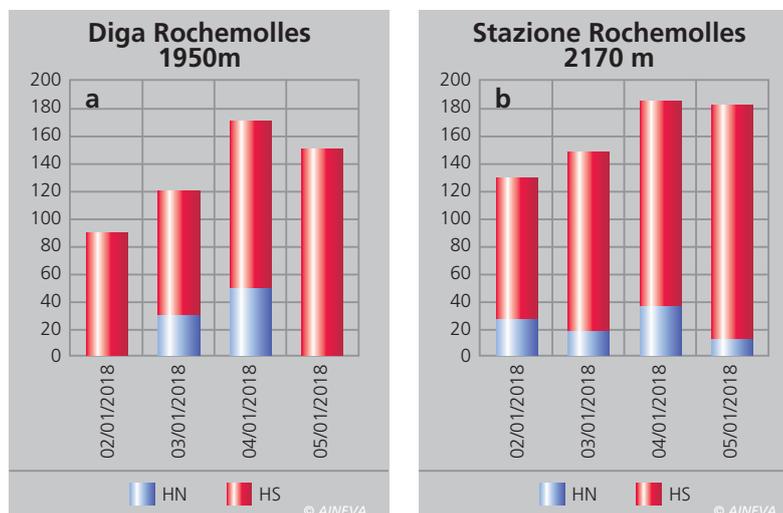
Condizioni nivo-meteorologiche

Nel mese di dicembre numerose preci-

pitazioni hanno investito il Piemonte. Le Cozie N di confine e in particolare la conca di Bardonecchia, sono significativamente colpite dalle nevicate di metà e fine dicembre con il raggiungimento in entrambi i casi di un grado di pericolo 4-Forte. Con l'inizio del nuovo anno quindi la zona di Rochemolles presentava un innevamento decisamente sopra la media del periodo (Figura 2) ed una forte instabilità del manto nevoso, do-



Fig. 4 - Dati di HN e HS registrati dalla stazione manuale della diga di Rochemolles (4a - a sinistra) e dalla stazione automatica del CFAVS (4b - sulla destra).



vuta in particolare al sovraccarico delle nevicate di fine anno, caratterizzate da elevate densità a causa al repentino aumento dello zero termico.

Dalla serata di martedì 2 gennaio nuove intense precipitazioni si sono verificate sulla fascia di confine compresa tra le A. Lepontine e le A. Cozie N, dove risulta ancora una volta colpita in maniera significativa la conca di Bardonecchia. Anche durante quest'ultimo episodio la quota neve ha subito notevoli variazioni, passando dai 1000-1500m di inizio nevicata fino oltre i 2000m nella giornata del 4 di gennaio, con diffusi fenomeni di pioggia su neve alle quote inferiori.

Per comprendere più a fondo quanto accaduto nella zona di distacco della valanga che ha interessato l'abitato di Rochemolles possiamo avvalerci dei dati raccolti nel campo neve manuale di Enel sito presso la Diga di Rochemolles a circa 1970 m di quota, dei dati registrati dalla stazione automatica di proprietà del CFAVS situata a 2170 m sui versanti sud ovest che sovrastano l'abitato di Rochemolles e dai dati trasmessi dalla stazione automatica di Arpa Piemonte a 2981m di quota presso il Ghiacciaio del Sommeiller (Figura 3). Tra il 2 e il 5 gennaio la stazione automatica del CFAVS misurava 97 cm di nuova neve, mentre l'HN misurata della stazione manuale della Diga era di 80 cm. Paragonando i dati delle due stazioni (Figura 4), situate a poca distanza l'una dall'altra, si nota che la mattina del 5 gennaio non veniva registrato alcun valore di HN nel campo neve manuale a causa dell'innalzamento della quota neve che ha caratterizzato la parte finale della nevicata.

Il campo neve manuale infatti si trova a quote dove la precipitazione era diventata a carattere piovoso mentre la stazione automatica si trova a quote dove la precipitazione si era mantenuta a carattere nevoso durante tutto l'evento. Osservando nel dettaglio il grafico della neve al suolo della stazione automatica del CFAVS (Figura 5) si osserva come,

al culmine della nevicata, la metà del manto nevoso presente era costituito da neve recente caratterizzata da strati superficiali di neve ad alto contenuto di umidità proprio perché depositati poco al di sopra del limite pioggia neve.

La zona di distacco della valanga del Gran Vallone si trova circa 700 m più a monte, quindi ad una quota compatibile con la stazione automatica del Sommeiller (Figura 6). Analizzando i dati di questa stazione si osserva che la sommatoria degli HN è di circa 120 cm il che significa che quasi i 2/3 del manto

nevoso era costituito da neve recente; al termine della nevicata esisteva quindi una forte instabilità del manto nevoso a tutte le quote.

Da quanto appreso dagli abitanti di Rochemolles la valanga si è staccata intorno alle 18,30 di giovedì 4 gennaio 2018. Il momento del distacco corrisponde quindi al massimo accumulo di neve registrato dalla centralina del CFAVS e dalla stazione Arpa del Sommeiller e al contemporaneo innalzamento delle temperature, due elementi che possiamo ritenere concause del distacco.

Utilizzo del drone per l'analisi della zona di accumulo della Valanga

In modo tempestivo il CFAVS, come membro della Commissione Locale Valanghe, ha incaricato l'Arch. Giorgio Ferrari della società Upper Vision di Torino di effettuare il sorvolo della zona di accumulo con drone dotato di fotocamera per definire in modo preciso la zona di arresto.

Per questo scopo è stato utilizzato un drone con volo programmato in modo automatico, dotato di camera fotografica con sensore da 20 megapixel e ottica

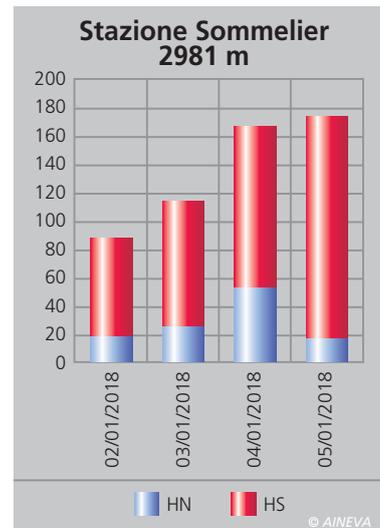
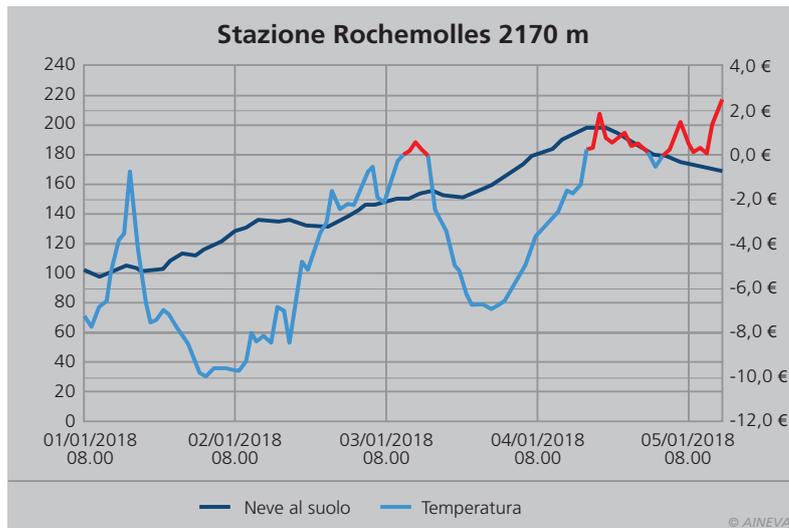


Fig. 5 - Dati orari di temperatura (azzurra quando negativa e rossa quando positiva) e neve al suolo registrati dalla stazione automatica del CFAVS posta a monte dell'abitato di Rochemolles a 2170m.

Fig. 6 - Dati di neve fresca (HN) e neve al suolo (HS) registrati dalla stazione automatica di Arpa Piemonte, situata nei pressi del ghiacciaio del Sommeiller, a 2981m.

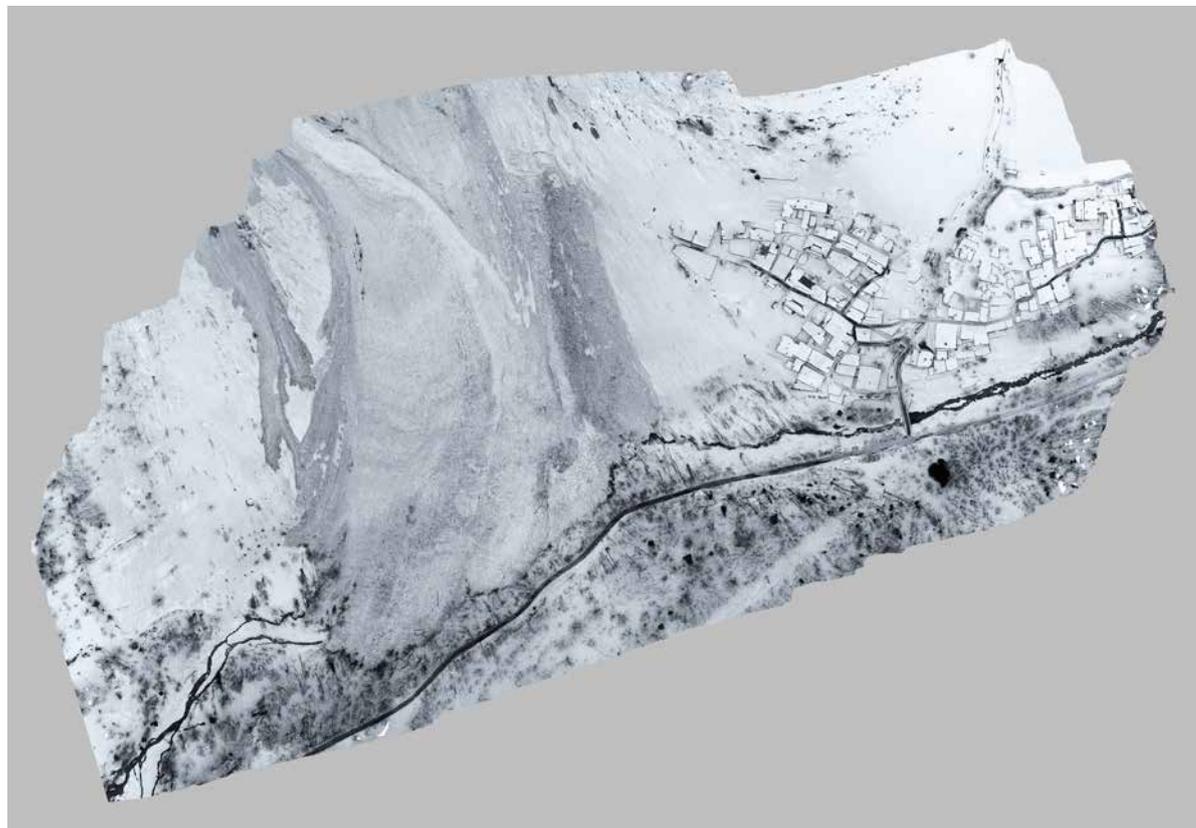
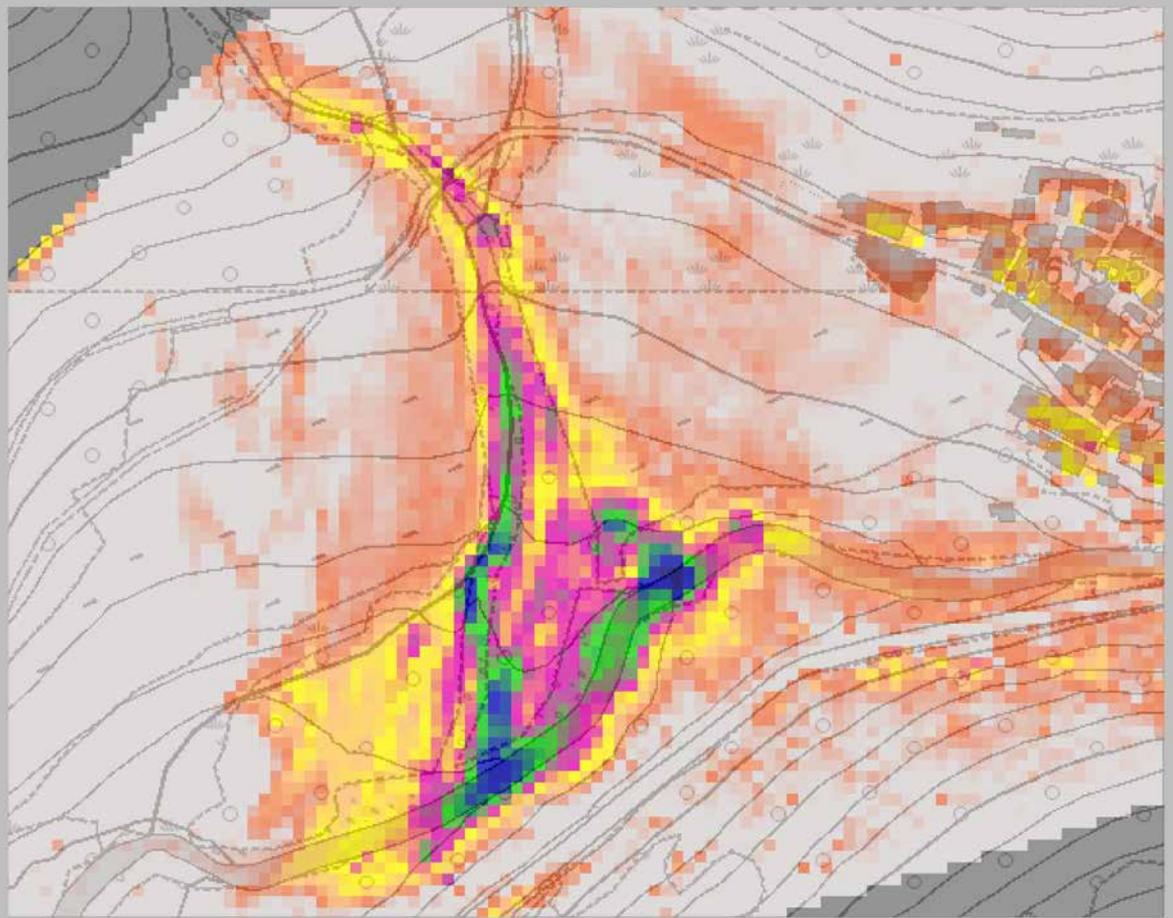


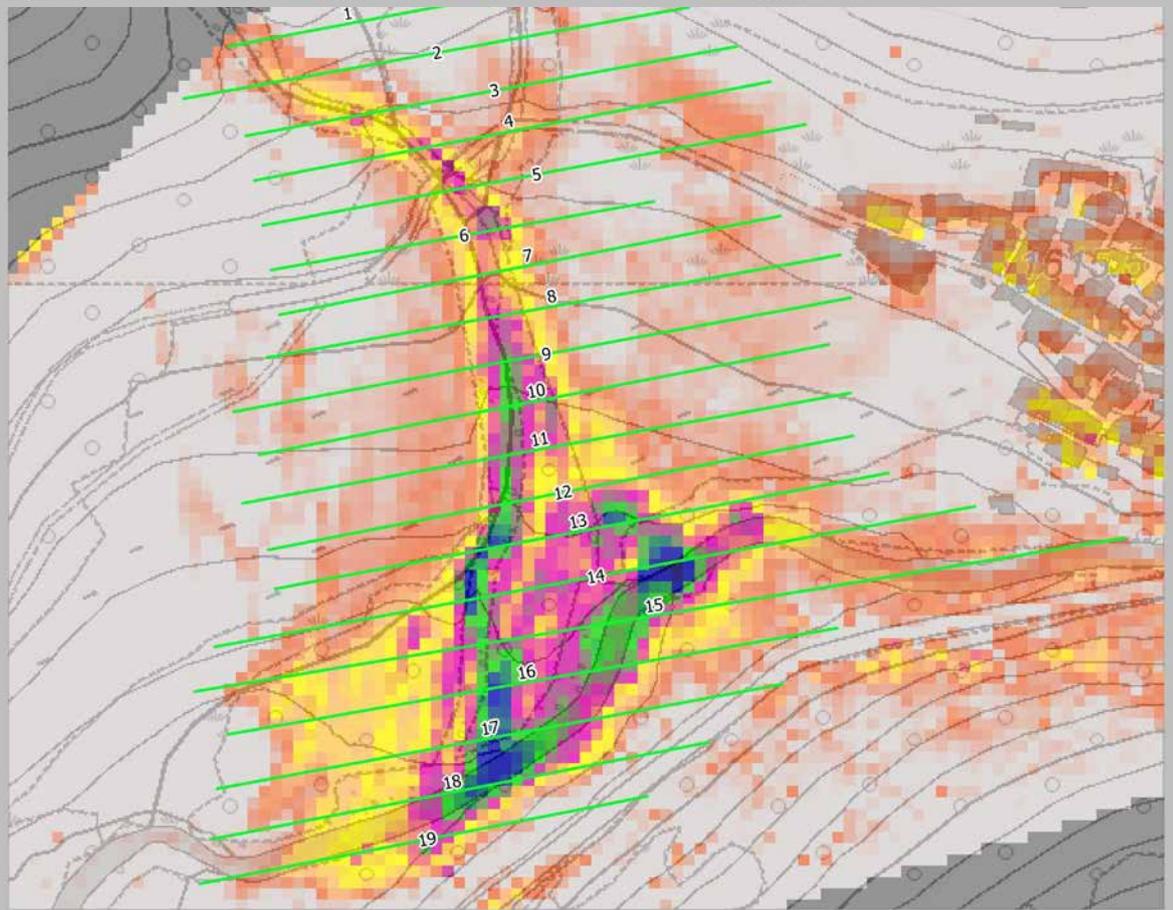
Fig. 7 - immagine della zona di arresto derivante dall'elaborazione delle foto aeree effettuate dal drone

Fig. 8 - Carta della zona di arresto elaborata con QGIS dove sono identificate con diversa colorazione le classi di spessore dell'accumulo.



Legenda accumulo neve 0 0-2 2-4 4-6 6-8 8-10 10-12 >12

Fig. 9 - Carta della zona di accumulo con i profili utilizzati nel calcolo dei volumi per sezioni ragguagliate.



Legenda accumulo neve 0 0-2 2-4 4-6 6-8 8-10 10-12 >12

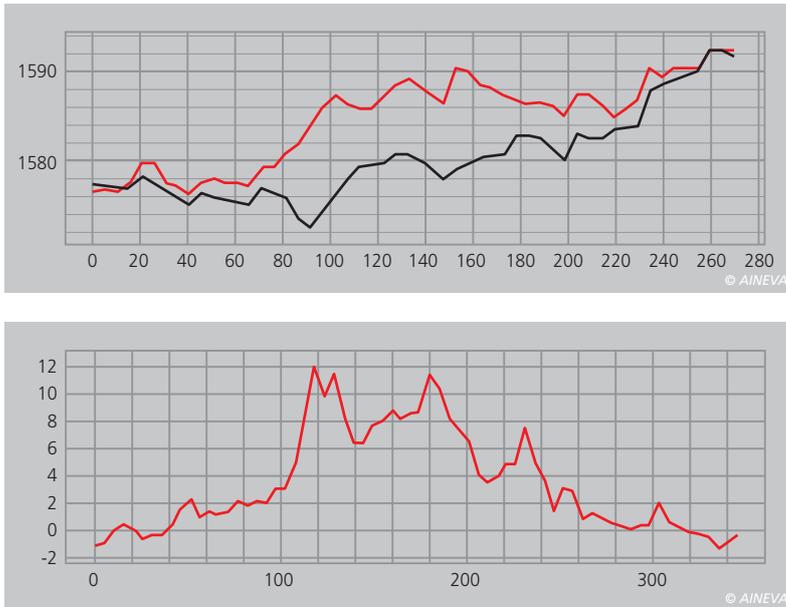


Fig. 10 - Esempio profilo 13) in rosso il profilo DTM ottenuto col volo del drone (quota neve accumulata), in nero il profilo DTM regione Piemonte (quota del profilo del versante), nei diversi punti di osservazione dei profili lineari (in metri).

Fig. 11 - Profilo dei valori di accumulo ottenuti come differenza tra il DTM del suolo della Regione Piemonte ed il DTM ottenuto dal volo del drone, in uno dei punti di osservazione dei profili lineari (in metri). I dati negativi di accumulo indicati nel grafico sono riconducibili alla diversa sorgente dei dati del DTM.

da 24 mm, che ha scattato circa 300 fotografie sull'area della valanga (Figura 7) da posizione zenitale e da diverse angolazioni ad una quota di circa 70 metri. Con un programma di restituzione aerofotogrammetrica è stato poi realizzato successivamente un modello 3D georeferenziato della zona della valanga, e sono state generate le curve di livello a equidistanza di 50 cm. Come dato di partenza per l'analisi dell'accumulo è stato utilizzato un modello digitale del terreno (DTM) ottenuto da volo LIDAR con risoluzione 5 metri scaricabile gratuitamente dal sito del servizio cartografico della Regione Piemonte (www.geoportale.piemonte.it/cms/) per definire la topografia della zona di accumulo prima del distacco della valanga.

In seconda battuta è stato elaborato il DTM post evento avente medesima risoluzione e ottenuto dai dati acquisiti dal volo del drone utilizzando anche in questo caso tecnologia LIDAR.

La differenza di quota ottenuta tra i due DTM ha permesso di ottenere una carta dell'accumulo presente nella zona di arresto della valanga (Figura 8) dove risulta significativa la presenza di estese aree con altezza di accumulo compresa tra gli 8 ed i 12 metri.

Si è quindi proceduto alla quantificazione dei volumi di accumulo utilizzando

due metodologie: la prima derivante da un'elaborazione effettuata con il software QGIS, ottenuta sostanzialmente dalla differenza tra i due DTM, mentre la seconda ha utilizzato l'analisi dei volumi per sezioni ragguagliate.

Per la seconda metodologia sono stati analizzati dei transetti virtuali posti lungo un asse di lunghezza variabile, posizionati a 90° rispetto alla linea di massima pendenza e distanziati reciprocamente di 20 m lineari (Figura 9). Utilizzando il plug-in "Terrain profile" di QGIS, sono stati elaborati lungo tali assi i profili del terreno e dell'accumulo rilevato dal volo del drone (Figura 10); dalla differenza dei due DTM si è ottenuto un grafico lineare di facile interpretazione (Figura 11) che rappresenta l'effettivo spessore di neve al suolo lungo i diversi transetti. I profili così ottenuti sono stati quindi utilizzati per il calcolo del volume complessivo dell'accumulo per sezioni ragguagliate.

L'elaborazione dei dati sopra descritti è stata effettuata in collaborazione con Dtt.ssa Roberta Berretti del dipartimento DISAFA dell'università di Torino, e ha permesso di stimare il volume complessivo dell'accumulo del deposito della Valanga del 4 gennaio 2018, ad un valore variabile tra 188.000 m³ e 210.000 m³, in funzione della diversa metodologia di analisi. Il dato maggiore deriva dalla differenza tra i due DTM effettuata di-

rettamente da elaborazione in ambiente QGIS, mentre il dato inferiore deriva dall'analisi per sezioni ragguagliate.

CONCLUSIONI

In questi ultimi anni l'utilizzo professionale del drone ha visto una grande diffusione anche in studi ed analisi sul terreno; questo tipo di velivoli a conduzione remota infatti permettono di ottenere informazioni complesse in tempi brevi e a costi relativamente contenuti. Il tempestivo intervento sull'area del distacco utilizzando questa nuova tecnologia, ha permesso per la prima volta di stimare i volumi dell'accumulo della valanga del Gran Vallone e definire in maniera precisa il perimetro della zona di arresto della valanga. Inoltre, a completamento lo studio dell'evento valanghivo del 4 gennaio, sono stati effettuati sopralluoghi da punti visuali limitrofi e voli in elicottero, anche sull'area di distacco, che hanno permesso di identificare in maniera più precisa la zona di distacco. Per la prima volta quindi possiamo dire di avere uno studio completo ed esaustivo della valanga del Gran Vallone che non raggiungeva dimensioni simili dal 1935. Aver ottenuto dati precisi su un evento di particolare importanza permetterà di definire eventuali opere di difesa della porzione ovest dell'abitato di Rochmelles e di valutare complessivamente il rischio sotteso al bacino del Gran Vallone.

Bibliografia

- Sistema Informativo Valanghe - SIVA, 2001, ARPA Piemonte
- Luisa Alzate, "Analisi storica delle valanghe di Rochemolles", 1997, Consorzio Forestale Alta Valle Susa, ONF-RTM
- Alberto Dotta - Federico Morra di Cella - Zeno Vangelista, 2002, progetto esecutivo Rochemolles - opere di difesa dalle valanghe, Consorzio Forestale Alta Valle Susa
- Alberto Dotta, 2004, PRGC Comune di Bardonecchia variante generale di adeguamento al PAI approfondimenti per l'abitato di Rochemolles, Consorzio Forestale Alta Valle Susa