EVOLUZIONE del MAN **NEVOSO** sulle **INVERNO 2016-2017**

Mauro Valt

ARPAV-DRST-SNV Centro Valanghe di Arabba, Arabba mauro.valt@arpa.veneto.it

Paola Cianfarra

Università degli Studi Roma Tre, Dipartimento di Scienze-Sezione Geologia, Roma paola.cianfarra@uniroma3.it

La stagione invernale 2016-2017 è stata caratterizzata da un novembre nevoso sulle Alpi occidentali, seguito da un lungo periodo senza precipitazioni con temperature molto miti a dicembre e fredde a gennaio, per proseguire con la prima parte di febbraio e marzo caratterizzati da nevicate cui sono seguite ancora temperature miti. La fine dell'inverno è stata ancora nevosa sulle Alpi occidentali e, a fine aprile, su tutto l'arco alpino.

La stagione è stata quindi in generale secca e le temperature miti hanno contribuito alla fusione, anche in inverno, con conseguenze sulla risorsa idrica nivale. La poca neve di gennaio e il lungo periodo di freddo hanno determinato una trasformazione della neve basale con ripercussioni sulla instabilità del manto nevoso nei mesi successivi. Gli incidenti da valanga sono avvenuti principalmente in due periodi e precisamente nella prima quindicina dei mesi di febbraio e di marzo in occasione di nevicate e di episodi ventosi.



FONTE DEI DATI ED ELABORAZIONI

I dati utilizzati nelle elaborazioni provengono prevalentemente dai data base dei Servizi Valanghe AINEVA, dalle stazioni di rilevamento presso le dighe delle diverse Compagnie di gestione delle acque superficiali dell'arco alpino (CVA Valle D'Aosta, Enel) e della Società Meteorologica Italiana.

I dati di spessore della neve al suolo (HS) e della precipitazione nevosa (HN) sono relativi ai valori giornalieri misurati presso le stazioni nivometriche tradizionali (Cagnati, 2003- Cap. II.1), rilevati di norma alle ore 8.00 di ciascun giorno.

I dati di temperatura dell'aria sono relativi ad una serie di stazioni in quota dell'arco alpino, validate e pubblicate in rete

2020

201

(www.meteotrentino.it, www.provincia. bz.it, www.meteosuisse.ch, http://www. zamq.ac.at/histalp/, http://www.cru.uea. ac.uk/data, http://www.arpa.veneto.it) o in singoli articoli (Valt e Cianfarra, 2013) e pubblicazioni (AAVV, 2015).

Le elaborazioni riquardanti il grado di pericolo da valanghe nelle diverse aree sono state effettuate utilizzando i dati dei bollettini valanghe emessi dai Servizi Valanghe afferenti all'AINEVA e pubblicati sul sito www.aineva.it/bollett).

Le analisi sugli incidenti da valanga sono state effettuate utilizzando la banca dati storici di AINEVA online (www.aineva. it,) e alcuni lavori recenti (es. Techel et al. 2016).

Per quanto riquarda l'attività valanghiva spontanea sono state utilizzate le segnalazioni "molte valanghe di medie dimensioni" (codice 3 del gruppo L1 del MOD 1 AINEVA) e di "singole grandi valanghe spontanee" (codice 4 del gruppo L1 del MOD 1 AINEVA) mentre per i dati degli incidenti da valanga sull'arco alpino sono stati consultati i siti www.aineva.it, www.avalanches.org, www.slf.ch e www. anena.org.

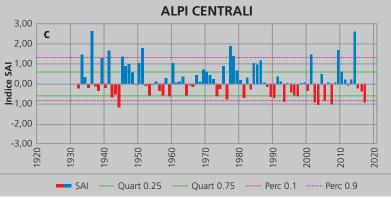
In tutti i grafici e le tabelle del presente lavoro, l'anno di riferimento è l'anno idrologico: l'anno 2017 inizia il 1 ottobre 2016 e termina il 30 settembre 2017 e così per le stagioni precedenti.

Parte di tutti i dati utilizzati erano già aggregati in tabelle nelle pubblicazioni e nei siti consultati, per altri si è provveduto ad effettuare le elaborazioni necessarie. Per evidenziare l'andamento a livello regionale mediante un'unica serie, è stato utilizzato l'indice adimensionale SAI (Standardized Anomaly Index) (Giuffrida e Conte, 1989) che esprime le anomalie della grandezza studiata, attraverso il contributo dei valori medi annuali o stagionali delle singole stazioni.

Un indice annuale di anomalia pari a 0 indica un anno in linea con la media di riferimento, un valore di anomalia positivo o negativo indica rispettivamente un eccesso o un deficit più o meno elevati rispetto al valore normale (Mercalli et al., 2003, 2006).

ALPI ITALIANE - CUMULO DI NEVE FRESCA STAGIONALE 2.50 a 1.50 Indice SAI 0,50 -0.50 -1.50 2000 920 925 930 935 955 960 965 1975 980 985 990 995 2005 201





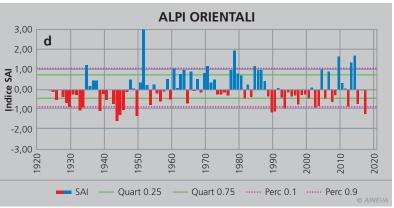


Fig. 1 - a) SAI Index calcolato per il cumulo stagionale di neve fresca elaborato per Alpi italiane. b) SAI Index calcolato per il cumulo stagionale di neve fresca elaborato per Alpi occidentali. c) SAI Index calcolato per il cumulo stagionale di neve fresca elaborato per Alpi centrali. d)SAI Index calcolato per il cumulo stagionale di neve fresca elaborato per Alpi orientali.

Disponendo di numerose serie storiche nell'ultimo quarantennio, le elaborazioni sono state effettuate sulla base del periodo di riferimento 1986-2015 e in alcuni casi 1961-1990.

Le mappe, con la spazializzazione dei dati di spessore medio del manto nevoso e di scarto della precipitazione nevosa, sono invece state realizzate su una base storica recente 2010-2016.

Inoltre, per definire gli eventi eccezionali (estremi o rari) è stato determinato il 0,10 e il 0,90 percentile rispetto al periodo di riferimento. Gli scarti medi che si collocano oltre tali soglie sono stati considerati eventi rari. Sono stati considerati come valori rientranti nella variabilità media quelli situati fra il 1° e il 3° quartile (25% e 75%). Gli scarti medi che si collocano all'interno del 1° quartile e del 3° quartile, fino al 0,10 e 0,90 percentile, sono stati definiti eventi al di fuori della norma. Tale metodologia è stata utilizzata per la sua semplicità e per omogeneità con i lavori precedenti (Valt et al., 2009, 2010).

LA PRECIPITAZIONE NEVOSA E IL MANTO NEVOSO

Per analizzare il cumulo stagionale di neve fresca (HN), parametro di riferimento che viene utilizzato per descrivere l'andamento della stagione invernale espresso come SAI Index e calcolato per tutto l'Arco Alpino Italiano, sono state utilizzate 80 stazioni nivometeorologiche ubicate fra i 400 e 2740 m di quota.

Il valore del SAI Index della stagione 2017 è stato per le Alpi di -0.93 (l'indice è adimensionale, 1= inverno medio), sotto la soglia dello 0.10 percentile (-0,80) sta ad indicare un inverno eccezionalmente storicamente scarso di neve (evento raro) (Fig. 1a).

L'analisi del SAI Index per i 3 grandi settori delle Alpi (occidentale, centrale e orientale) (Fig. 1b,c,d,), pur rimanendo sempre negativo, ha evidenziato una diversità delle precipitazioni totale di neve.

Nelle Alpi occidentali (Fig. 1b), il valore è rimasto all'interno della norma (-0,53) seppur in prossimità del 3 quartile; nelle

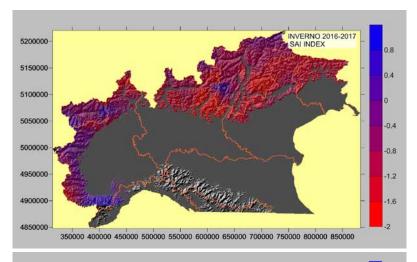


Fig. 2 - Mappa con la spazializzazione del valore del SAI Index sulla base dei singoli valori delle stazioni.

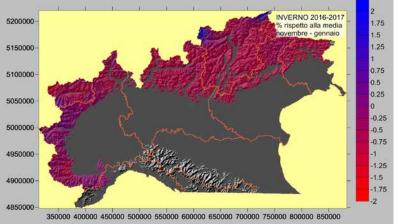


Fig. 3 - Mappa delle Alpi con espresso lo scarto percentuale (0=100%) del cumulo di neve fresca (HN) del periodo novembre 2016-gennaio 2017 rispetto alla media 2010-2016.

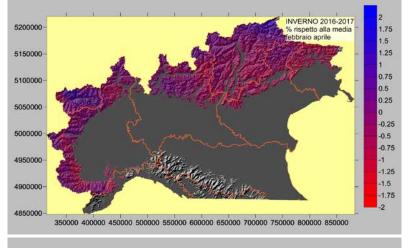


Fig. 4 - Mappa delle Alpi con espresso lo scarto percentuale (0=100%) del cumulo di neve fresca (HN) del periodo febbraio - aprile 2017 rispetto alla media 2010-2016.

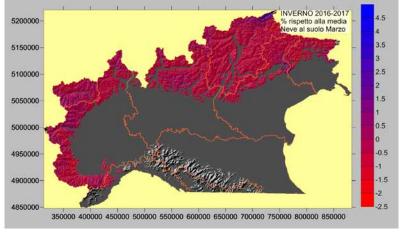


Fig. 5 - Mappa delle Alpi con espresso lo scarto percentuale (0=100%) dello spessore medio della neve al suolo (HS) del mese di marzo 2017 rispetto alla media 2010-2016.

Alpi centrali (Fig. 1c) e ancora di più in quelle orientali (Fig. 1d) (-0,96; -1,27) è stato inferiore alla soglia definita dallo 0.10 percentile, ad evidenziare la estrema scarsità di precipitazione nevosa in questi 2 settori (evento raro).

La spazializzazione del SAI Index (Fig. 2) di ogni stazione evidenzia ancor di più l'andamento nelle diverse aree geografiche. I valori maggiori sono nelle Alpi Marittime e in Valle d'Aosta, frutto delle nevicate autunnali, in Alto Adige lungo la cresta di confine con l'Austria e nel gruppo dell'Adamello.

Lo scarto percentuale della precipitazione nevosa rispetto alla media 2010-2016 per novembre-gennaio (Fig. 3) e febbraioaprile (Fig. 4), evidenzia oltremodo la scarsità di neve della prima parte dell'inverno e la maggior nevosità della seconda parte. In particolare, da febbraio in poi, la precipitazione è stata maggiore nelle Alpi occidentali e lungo la cresta di confine con l'Austria. Anche le Dolomiti meridionali e le Orobie hanno avuto un discreto innevamento.

A fine novembre, nelle Alpi occidentali (Alpi Liguri alle Alpi Graie), l'inverno era iniziato bene con oltre 100-120 cm di neve fresca in pochi giorni (21-25 novembre) e oltre i 200 cm in alta quota, andando a formare un normale manto nevoso. Sul resto delle Alpi, in quel periodo le nevicate sono state ridotte man mano che si procedeva verso oriente fino ad essere quasi assenti dalle Dolomiti alla Slovenia. Nel periodo 19-21 dicembre è nevicato abbondantemente nella parte occidentale delle Alpi (grado 4-forte nelle Alpi Graie, Marittime e Liguri) e pochi cm nelle

Alpi orientali. Solamente il 12-14 gennaio 2017 la neve arriverà anche nelle Alpi orientali con 15-20 cm in quota e neve in pianura (il 13.)

La prima nevicata importante del 2017 arriva solo tra il 2 e il 6 febbraio quando, grazie a diversi impulsi perturbati, cadono circa 40-60 cm ovunque oltre i 1500 m. Il limite della neve/pioggia è intorno ai 700 m nelle Alpi e più elevato nella fascia prealpina.

Fra il 6 e il 9 febbraio un nuovo impulso determina la comparsa della neve ancora a bassa quota. Dall'11 di febbraio in poi le temperature dell'aria aumentano di nuovo e rimangono sopra la media fino alla fine mese.

In questo periodo (5-12 febbraio) si osservano una decina di incidenti da valanga sulle Alpi italiane e molti anche sulle Alpi francesi. In molti incidenti lo strato debole è costituito dalla neve basale formata dalle poche precipitazioni di inizio inverno trasformate in strati deboli di brina di profondità (DH) durante il periodo freddo di gennaio.

Poi occorre aspettare la fine del mese di febbraio (28-1 marzo) per avere ancora nuove precipitazioni, che proseguiranno anche nei primi giorni di marzo (4-6 marzo) con abbondanti nevicate un po' su tutto l'arco alpino.

In questo periodo l'instabilità del manto nevoso è stata elevata anche a causa del vento. In pochi giorni si sono verificati 14 incidenti da valanga con 6 vittime.

L'ultima decade del mese di marzo è stata caratterizzata invece da grande variabilità che ha interessato maggiormente la parte occidentale delle Alpi con neve (23-26 marzo), a fine episodio, anche a bassa quota. In questo periodo anche il grado di pericolo si è innalzato e in molte zone delle Alpi occidentali è stato 4-forte.

Il 2-3 aprile un nuovo episodio porta 50-70 cm di neve fresca in quota nelle Alpi occidentali e solo 15-20 cm nelle Alpi orientali. Seguono poi giornate con temperature molto miti.

Infine, fra il 25 di aprile e il 4–5 di maggio, giunge l'ultimo periodo nevoso importante sull'Arco alpino italiano.

Fig. 6 - Indice di spessore medio della neve al suolo elaborato su un data set di 20 stazioni oltre i 1500 m di quota.

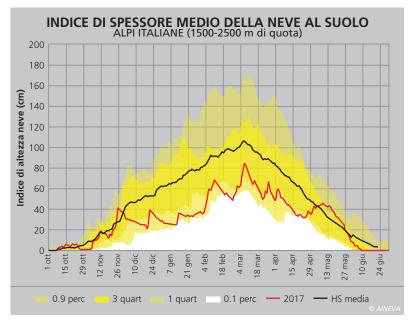
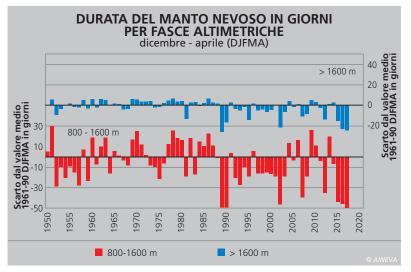
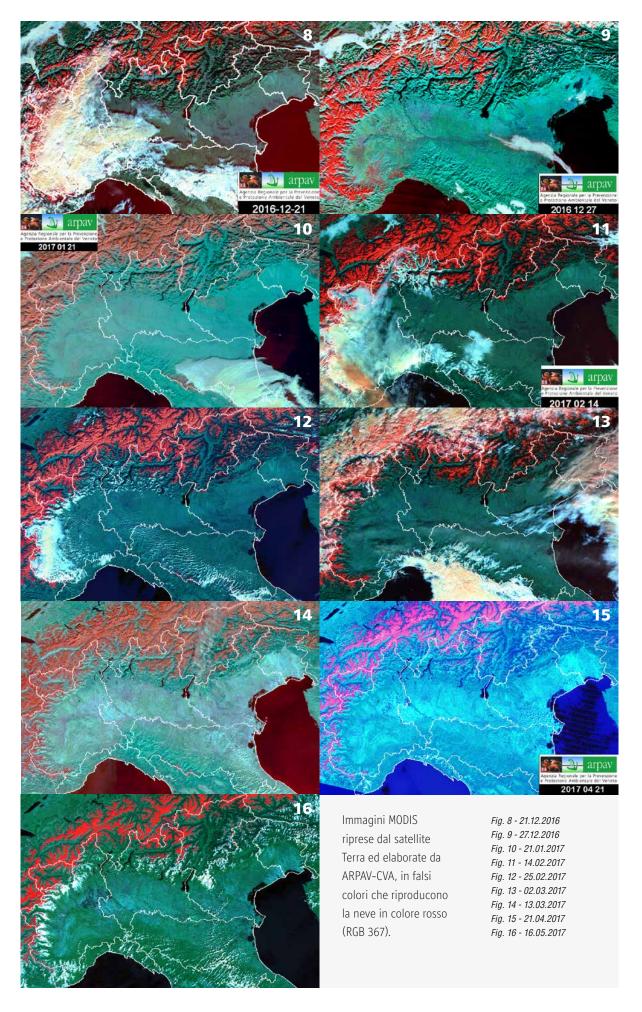


Fig. 7 -Durata del manto nevoso al suolo calcolato come scarto dal valore medio 1961-1990 per due fasce altimetriche: 800-1500 m (8 stazioni) e oltre i 1500 m (8 stazioni).





La neve fresca e poi le basse temperature del mese di maggio, contribuiscono a far permanere a lungo la neve in montagna. Questo andamento della stagione invernale ha portato ad un importante deficit di risorsa idrica nivale specie nelle alpi orientali.

In Fig. 5 si può osservare la spazializzazione del deficit di spessore di neve al suolo del mese di marzo, mese di riferimento per la risorsa idrica nivale, in cui appare chiara la maggior scarsità di neve sulle Alpi orientali e il preannunciarsi della siccità primaverile ed estiva della pianura Padana e Veneta.

INDICE DI SPESSORE MEDIO DELLA NEVE AL SUOLO I-HS_{MED}

L'indice di spessore medio della neve al suolo delle Alpi italiane (Fig. 6), dagli inizi del mese di dicembre fino alla fine del mese di aprile, staziona per quasi tutto il periodo nel campo interposto fra il primo quartile e lo 0.10 percentile, rientrando nella norma solo in occasione delle nevicate del 21 dicembre (Alpi occidentali), 12 febbraio, 8 e 26 marzo e 3 aprile.

Il periodo con un abbondante innevamento, rispetto alla norma, si colloca nel mese di maggio, quando ormai gli spessori sono ridotti e la fusione finale è prossima.

DURATA ED ESTENSIONE DEL MANTO NEVOSO

La stagione invernale da dicembre ad aprile (DJFMA) (Fig. 7) è durata -25 giorni oltre i 1600 m di quota, la più breve dal 1950 preceduta solo dall'inverno 1988-89 e di - 76 giorni fra gli 800 e i 1600 m di quota, valore più basso in assoluto degli ultimi 67 anni.

Nei mesi di marzo e aprile (MA), la neve al suolo è durata rispettivamente -9 giorni ad alta quote (> 1600 m) e -26 giorni bassa quota (< 1600 m). In quota la neve è poi durata a lungo nel mese di maggio e a seguito delle nevicate del periodo 25 aprile - 5 di maggio.

Nell'immagine da satellite MODIS del 21 dicembre 2016 (Fig. 8) è ben visibile la neve (colore rosso) sulle montagne del Piemonte e della Valle d'Aosta, nel gruppo dell'Adamello Ortles Cevedale e la mancanza di neve naturale nelle Do-Iomiti e su tutto il Friuli Venezia Giulia. Il 27 di dicembre (Fiq. 9) il settore centro occidentale delle Alpi è innevato mentre il settore orientale è ancora senza neve. La situazione non è molto differente anche il 21 gennaio 2017 (Fig. 10).

Nell'immagine del 14 febbraio (Fig. 11), finalmente si osserva la neve sulle Alpi orientali e la copertura nevosa è estesa. Nell'immagine del 25 febbraio si può osservare la notevole riduzione della copertura nevosa dovuta al lungo periodo con temperature miti di febbraio (Fig. 12), mentre nell'immagine del 2 di marzo (Fig. 13) le Alpi sono di nuovo innevate dopo le precipitazioni del 28 febbraio. Nell'immagine del 13 marzo è possibile osservare ancora un buon innevamento delle parti più interne delle Alpi mentre nelle fasce prealpine la fusione ha determinato la scomparsa di molta neve (Fig. 14).

Il 21 di aprile la neve è ormai scarsa su tutte le Alpi italiane (Fig. 15).

Le precipitazioni di fine aprile determineranno una ripresa temporanea della copertura nevosa sulle Alpi.

Nell'immagine del 16 maggio (Fig. 16), la neve è ormai poca e l'attività cumuliforme è ormai importante su tutte le Alpi.

TEMPERATURA DELL'ARIA IN MONTAGNA

La stagione invernale (DJFMA) è stata mite (+1,1°C) e con importanti differenze nei vari mesi. Il mese di dicembre è stato particolarmente mite, con una temperatura media positiva (come anche novembre) e uno scarto di 3-4°C rispetto alla media. Questa situazione ha condizionato molto la produzione di neve programmata. A ti-

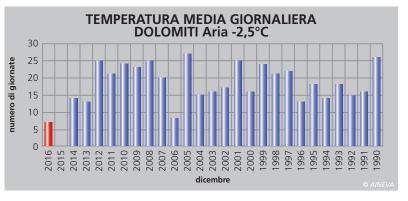


Fig. 17 - Giornate utili per la produzione di neve artificiale per le Dolomiti, in cui si evidenzia questa "difficoltà" climatica.

Fig. 18 - Giornate con una significativa attività valanghiva sulle Alpi italiane suddivisa per regione e incidenti da valanga.

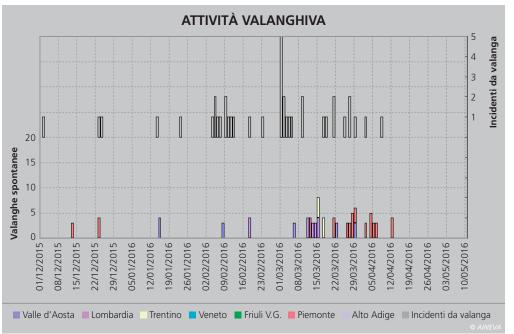


Fig. 19 - Vittime da valanga in Italia.

tolo di esempio si riporta un grafico delle giornate utili per la produzione di neve per le Dolomiti, in cui si evidenzia questa "difficoltà" climatica per la neve artificiale (Fig. 17).

Il mese di dicembre è stato, in quota, il più mite degli ultimi 30 anni e particolarmente calda è stata la 3^ decade del mese. Tuttavia la neve si è mantenuta fredda per la combinazione delle giornate corte e del forte raffreddamento notturno per irraggiamento.

Il mese di gennaio è stato caratterizzato da un lungo periodo freddo (3-21 gennaio) in cui la prima decade è stata una delle più fredde degli ultimi 30 anni; questo ha favorito la formazione di strati basali fragili di brina di profondità, che saranno poi quelli responsabili della maggior parte degli incidenti di inizio febbraio. Anche i mesi successivi sono risultati miti, ed in particolare marzo con +2,8°C.

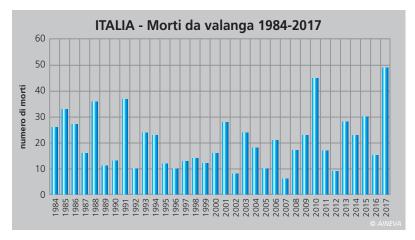
La prima decade di marzo è stata fredda mentre miti sono state le altre 2 decadi. Complessivamente il periodo marzoaprile (MA) è stato mite con +1,8°C come nel recente 2014 e nel 2007.

ATTIVITÀ VALANGHIVA SPONTANEA E PROVOCATA

L'attività valanghiva spontanea è stata più marcata e incisiva dove gli apporti nevosi sono stati maggiori in una stagione con poca neve.

Al di là di singoli periodi con un'attività valanghiva significativa (molte valanghe di medie dimensioni, singole grandi valanghe), i periodi con la maggior attività valanghiva spontanea sulle Alpi si sono registrati nella seconda e terza decade del mese di marzo, caratterizzato da elevate temperature dell'aria e, nella terza decade, da una serie di precipitazioni nevose nelle Alpi occidentali (Fig. 18).

Per quanto riguarda gli incidenti da valanga, ci sono stati 3 periodi importanti e critici. Il primo in occasione della prima nevicata significativa di febbraio, quando dal 4 al 7 di febbraio si registrano ben 5 incidenti da valanga (anche in Svizzera e



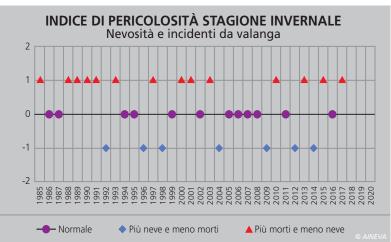


Fig. 20 - Indice di nevosità-incidenti da valanga. L'indice esprime la concordanza o la discordanza fra la relazione poca neve e molti incidenti da valanga mortali.

in Austria si registrano 4 incidenti nello stesso periodo), poi dal 9 al 12 di febbraio con 5 incidenti da valanga in Italia e ben 8 in Francia con una sola vittima in provincia di Cuneo e infine dal 1 al 5 marzo con ben 14 incidenti da valanga e 6 vittime. Nel primo periodo la causa principale degli incidenti è stata la presenza diffusa di strati basali di brina di profondità e di cristalli sfaccettati fragili sui quali si sono adagiate le precipitazioni nevose senza consolidarsi.

Nella prima decade di marzo, oltre alla neve fresca, il vento ha giocato un ruolo importante nella maggior parte degli incidenti da valanga.

Nella stagione invernale 2016-2017 sono stati classificati 46 incidenti da valanga sulle Alpi italiane con 19 vittime da valanga (25 in Austria, 22 in Francia, 9 in Svizzera) e in particolare 6 scialpinisti, 6 sciatori fuori pista e 7 alpinisti).

A queste vittime occorre sommare una vittima su strada ad Ortolano (TE) e le 29 vittime a Rigopiano di Farindola (PE). L'ultima vittima in abitazione registrata in Italia risaliva al 23 febbraio 1999 al Villaggio Dailey di Morgex (AO) (Fig. 19).

NEVOSITÀ E INCIDENTI DA VALANGA-INDICE DI PERICOLOSITÀ

Anche per questa stagione è stato calcolato il valore dell'indice di pericolosità della stagione invernale, che mette in relazione il numero di morti da valanga e l'innevamento (Valt e Cianfarra, 2015). Globalmente la stagione invernale (da novembre ad aprile) è stata inferiore alla norma per la quantità di precipitazione nevosa (SAI Index oltre lo 0.10 percentile) e nella media come numero di morti in valanga. La combinazione porta ad un indice pari a 1, ovvero "Più morti e meno neve".

In questo conteggio non sono state considerate le vittime di Farindola (Fig. 20).

GRADO DI PERICOLO VALANGHE

Sull'arco alpino italiano il grado di pe-

ricolo valanghe più utilizzato è stato il 1-debole, con il 40% delle giornate nelle 47 microaree nivologiche nelle quali esso è suddiviso, seguito dal 2-moderato con il 38% delle giornate (Fig. 21).

L'andamento è stato simile alla stagione invernale 2015-2016.

Il pericolo 2-moderato è stato maggiormente utilizzato nelle Alpi occidentali e centrali, caratterizzate anche da un maggior innevamento. Il grado 1- debole, è stato utilizzato per oltre la metà delle giornate in Trentino, Veneto e Friuli Venezia Giulia.

Il grado di pericolo 3-marcato è stato utilizzato nel 20% delle giornate, mentre il

4-forte nel 2% del totale, ma nel Trentino e nel Veneto non è mai stato raggiunto. Il pericolo 4-forte è stato raggiunto il 25-26-27 novembre in alcune aree della Valle d'Aosta, il 21-22 dicembre in Piemonte (Alpi Graie, Marittime e Liquri), il 13-14 gennaio ancora in Valle d'Aosta come anche il 5-6 febbraio, dall' 8 febbraio al 12 febbraio in Piemonte (Alpi Cozie, Marittime e Liguri), il 4, 5 e 10 marzo in Alto Adige lungo la cresta di confine centrale, il 5 marzo nel gruppo del Canin (Friuli Venezia Giulia), dal 5 al 10 marzo in molti settori del Piemonte, fra il 7 e il 9 marzo in Valle d'Aosta, fra il 23 e il 27 marzo e dal 2 al 4 aprile in molti settori del Piemonte e della Valle d'Aosta ed infine il 28 e 29 aprile nelle Alpi Orobie e Retiche (Lombardia) e lungo la cresta di confine centrale dell'Alto Adige (28 aprile).

In Fig. 22 è rappresentato l'utilizzo percentuale del grado di pericolo valanghe per le diverse decadi mensili dell'inverno. L'andamento nelle diverse decadi è condizionato dagli episodi di precipitazione nevosa e dai periodi con fusione e stabilizzazione della neve. Le decadi "più pericolose" sono state la prima di febbraio e la prima di marzo, mentre quelle "più stabili" la prima e terza di gennaio e la seconda di aprile.

Fig. 21 - Utilizzo percentuale del grado di pericolo valanghe nei bollettini valanghe nelle ultime 9 stagioni invernali e valore medio. Durante la stagione è stato utilizzato per molte giornate il grado di pericolo forte e molto forte.

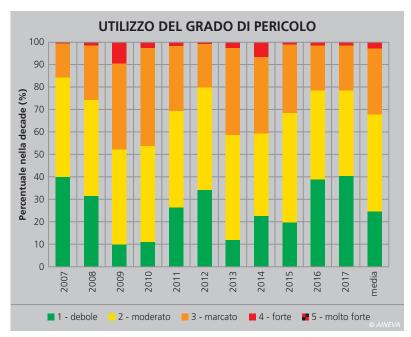
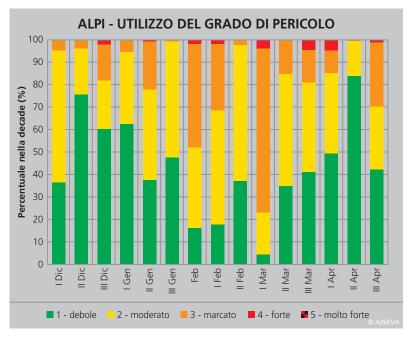


Fig. 22 - Utilizzo del grado di pericolo valanghe sull'arco alpino italiano per decade. I valori percentuali sono relativi alla 47 aree climatiche AINEVA



Nel mese di dicembre e nella prima decade di gennaio (Fig. 23 A,B, C) nelle Alpi centrali e orientali prevale nettamente il grado 1-debole a causa dello scarso innevamento mentre, nelle Alpi occidentali, le nevicate della prima decade di gennaio lungo la cresta di confine, determinano condizioni di maggior pericolo. Proseguendo nella stagione invernale, e quindi con l'aumento dell'innevamento, è possibile osservare come gradualmente il grado di pericolo 3-marcato risulti maggiormente frequente come anche il 4-forte, per arrivare al culmine nella prima decade del mese di marzo.

In questa decade il grado 3-marcato è presente nella maggior parte delle aree e anche il grado 4-forte ha la sua massima rilevanza.

La decade seguente, la seconda di marzo, è caratterizzata da una stabilità del manto nevoso (meno nelle Alpi occidentali). Il mese di aprile, specie nelle Alpi occidentali e centrali, il pericolo 3-marcato è ancora presente in modo significativo un po' in tutte le decadi a causa delle nevicate/piogge in quota e delle condizioni di riscaldamento del manto nevoso con conseguente instabilità superficiale e basale in molte aree delle Alpi.

Nella figura 23 (Fig. 23 A...P) è rappresentata la distribuzione del grado di pericolo valanghe per le varie aree alpine in diversi momenti significativi della stagione invernale.

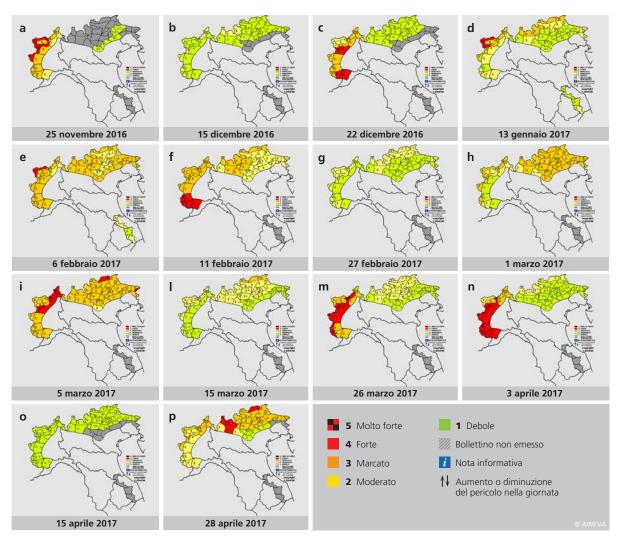


Fig. 23 - Mappa del pericolo di valanghe nelle regioni e province associate AINEVA del: a) 25.11.2016 b) 15.12.2016 c) 22.12.2016 d) 3.01.2017 e) 29.01.2017 f) 06.02.2017 g) 11.02.2017 h) 27.02.2017 i) 01.03.2017 I) 15.03.2017 m) 26.03.2017 n) 03.04.2017 0) 15.04.2017 p) 28.04.2017

Bibliografia

- AAVV (2015). Il clima del Tirolo- Alto Adige- Bellunese. ZAMG, Provincia Autonoma di Bolzano, ARPAV. 102 pp.
- Cagnati A. (2003). Sistemi di Misura e metodi di osservazione nivometeorologici. AINEVA, Trento, 186 pp.
- Giuffrida A. e M.Conte. (1989). Variations climatiques en Italie: tendencies des temperatures et des precipitations. Publ. Ass. Int. Climatologie, 2, 209-216.
- Mercalli L., D.Cat Berro, S.Montuschi, C.Castellano, M.Ratti, G.
 Di Napoli, G.Mortara e N.Guindani. (2003) Atlante climatico della
 Valle d'Aosta. Regione Autonoma Valle d'Aosta. Aosta, 405 pp.
- Mercalli L., Cat Berro D. (2006) Climi, acque e ghiacciai tra Gran Paradiso e Canavese. SMS, Bussoleno. 756 + XII pp.
- Techel F., Jarry F., Kronthaler G., Mitterer S., Nairz P., Pavšek N., Valt M., e Darms G. (2016). Avalanche fatalities in the European Alps: long-term trends and statistics. Geogr. Helv., 71, 147–159, 2016 www.geogr-helv.net/71/147/2016/ doi:10.5194/gh-71-147-2016 Valt M. e Cianfarra P. (2009). Lo straordinario inverno del 2009. Neve e Valanghe, 67, 4–15
- Valt M. e Cianfarra P. (2010). Recent snow cover variations and avalanche activities in the Southern Alps. Cold Regions Science and Technology Volume 64, Issue 2, November 2010, Pages 146-157
- Valt M. Cianfarra P. (2013).Climatic change in Italian Alps: analysis of snow precipitation, snow durations and avalanche activity. Proceedings of the International Snow Science Workshop ISSW 2013, Grenoble Chamonix-Mont-Blanc, France, 7 –11 October 2013, ANENA-IRSTEA-Météo-France, 1, 1247–1250
- Valt M. Cianfarra P. (2015). Evoluzione del manto nevoso sulle Alpi nella stagione invernale 2014–2015. Neve e valanghe, 85, 10-21

Siti consultati:

- www.aineva.it
- www.ikar-cisa.it
- http://marcopifferetti.altervista.org/

Si ringrazia per la collaborazione:

- C.V.A. S.p.A. Compagnia Valdostana delle Acque, Direzione Dighe, Bacini, Traverse, Condotte Linea Sicurezza Opere Idrauliche.
- □ Enel S.p.A. Divisione Generazione e Energy Management -Area Energie Rinnovabili – Ingegneria Civile Idraulica, Unità di Idrologia, Via Torino 14, 30172 Mestre Venezia
- Daniele Cat Berro, Società Meteorologica Italiana, Castello Borello,10053 Bussoleno (TO).
- Maria Cristina Prola, Mattia Falletto e Erika Solero collaboratrice CFAVS. Regione del Piemonte- ARPA Piemonte, Dipartimento sistemi previsionali.
- □ Valerio Segor, Regione della Valle d'Aosta, Assetto idrogeologico dei bacini montani Ufficio neve e valanghe.
- Alfredo Praolini, Flavio Berbenni, Regione della Lombardia, ARPA Lombardia, Settore Tutela delle Risorse e Rischi Naturali, U.O. Centro Nivometeorologico.
- Gianluca Tognoni, Provincia Autonoma di Trento, Ufficio Previsioni e Pianificazione.
- Fabio Gheser, Provincia Autonoma di Bolzano Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione Valanghe.
- Daniele Moro, Luciano Lizzero, Gabriele Amadori Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione centrale risorse rurali, agroalimentari e forestali, Servizio del corpo forestale Settore neve e valanghe.
- Giuseppe Crepaz, Renato Zasso, Anselmo Cagnati, Bruno Renon, Andrea Crepaz, Gianni Marigo, Robert Thierry Luciani, Cagnati Valer, Corso Tiziana- Regione del Veneto, ARPA Veneto, DRST, Servizio Neve e Valanghe -Centro Valanghe di Arabba.