

# EVOLUZIONE del MANTO NEVOSO sulle ALPI

nella **STAGIONE INVERNALE 2015-2016**

**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 2015-2016, dal punto di vista statistico, rimarrà nella storia come una stagione normale, anche se in realtà è stata caratterizzata da un'accentuata scarsità di precipitazioni nevose fino a fine gennaio sulla maggior parte dei settori sud alpini e poi da una marcata nevosità. La mancata formazione di un manto nevoso strutturato nei mesi di dicembre e gennaio, eccetto per alcuni settori della Valle d'Aosta, ha condizionato l'evoluzione stagionale del manto nevoso, riducendo l'instabilità di base del manto nevoso. L'attività valanghiva è stata importante dalla metà di febbraio in poi e soprattutto con le nevicate della prima decade di marzo, quando sono state osservate numerose grandi valanghe arrivare anche a fondovalle. Gli incidenti da valanga si sono concentrati nella seconda parte della stagione invernale e come numero e vittime inferiori alla media. L'indice di pericolosità della stagione è stato nella media. La durata del manto nevoso al suolo è stata inferiore alla media di 23/46 giorni in funzione della quota e gli spessori del manto nevoso hanno superato i valori medi solo nella prima decade del mese di marzo. I gradi di pericolo maggiormente utilizzati sono stati il 1-debole e 2-moderato, mentre il grado 3-marcato è stato il maggiormente utilizzato nel mese di febbraio e fino alla prima decade di marzo. Di particolare nota sono state le alte temperature del mese di dicembre, che hanno raggiunto i valori massimi almeno dal 1920 ad oggi (inizio delle serie storiche disponibili per il presente lavoro).



## INTRODUZIONE

La stagione invernale 2015-2016 è divisibile in due periodi: il primo, da novembre a fine gennaio, scarsamente nevoso e il secondo molto nevoso e con tutte le caratteristiche di un inverno ovvero nevicate intense, valanghe spontanee anche di grandi dimensioni, incidenti da valanga, nevicate con sabbia del deserto.

Nel presente lavoro si traccia un resoconto dal punto di vista della nevosità e delle caratteristiche meteorologiche che hanno influenzato il manto nevoso, con accenni di climatologia e differenziazioni geografiche.

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

Le elaborazioni riguardanti 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](http://www.aineva.it/bollett).

Le analisi sugli incidenti da valanghe sono

state effettuate utilizzando la banca dati storici di AINEVA e online ([www.aineva.it](http://www.aineva.it)) e alcuni lavori recenti (es. Techel et al. 2016).

Per quanto riguarda la valutazione dell'attività valanghiva spontanea sono state utilizzate le segnalazioni "molte valanghe di medie dimensioni" (codice 3 del gruppo L1 del MOD 1 AINEVA) e "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](http://www.aineva.it), [www.avalanches.org](http://www.avalanches.org), [www.slf.ch](http://www.slf.ch) e [www.anena.org](http://www.anena.org).

In tutti i grafici e le tabelle, del presente lavoro, l'anno di riferimento è l'anno idrologico: l'anno 2016 inizia il 1 ottobre 2015 e termina il 30 settembre 2016 e così per le stagioni precedenti.

Parte di tutti i dati utilizzati erano già aggregati in tabelle nelle pubblicazioni e 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). Disponendo di numerose serie storiche nell'ultimo quarantennio, le elaborazioni sono state effettuate sulla base del periodo di riferimento 1985-2015 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 (2010-2015). Inoltre, per definire gli eventi eccezionali (estremi o rari), è stato determinato lo 0,10 e lo 0,90 percentile rispetto al periodo di riferimento. Gli scarti medi che si collocano oltre tali soglie sono

Fig. 1 - SAI Index calcolato per il cumulo stagionale di neve fresca elaborato per Alpi italiane.

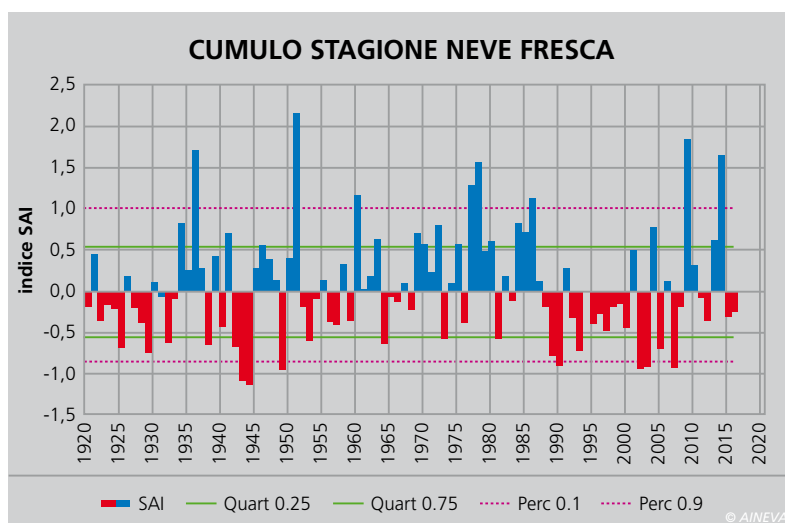
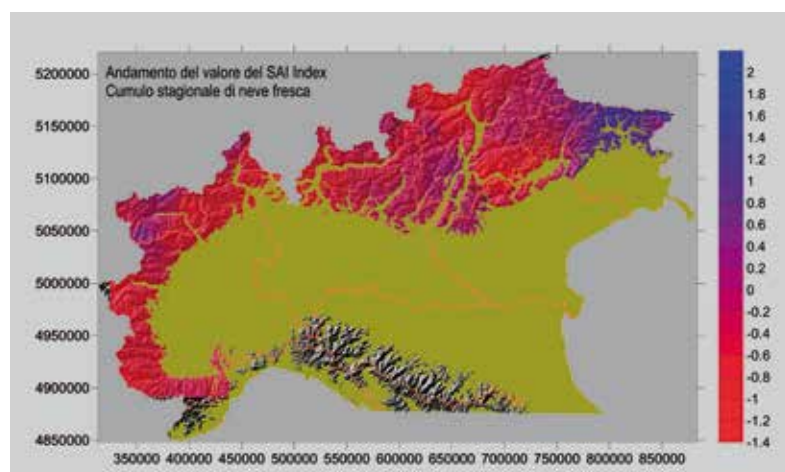


Fig. 2 - Mappa con la spazializzazione del valore del SAI Index sulla base dei singoli valori delle stazioni.



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 allo 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 della stagione, espresso come SAI Index e calcolato per tutto l'arco alpino italiano (Fig. 1), sono state utilizzate 83 stazioni nivometeorologiche ubicate fra i 400 e 2740 m di quota.

Il SAI Index della stagione 2016 è stato pari a -0,26, compreso fra il primo e il terzo quartile e indica un inverno nella media. Nella precedente stagione invernale era stato di -0,30.

La spazializzazione del valore del SAI Index di tutta la stagione invernale (Fig. 2) evidenzia l'andamento nelle diverse zone geografiche, con i valori maggiori in alcune aree della Valle d'Aosta (mancano dei dati per la zona del Monte Bianco), nel gruppo dell'Ortles Cevedale e in particolar modo nelle Alpi orientali.

A fronte di questo andamento generale, la stagione invernale è suddivisibile in due grandi periodi: i mesi di novembre e dicembre con scarsità di precipitazioni nevose e i mesi di febbraio e marzo ricchi di neve; il valore di SAI Index elaborato per questi due lassi di tempo (Figg. 3 e 4) evidenzia bene queste anomalie. Nei mesi di novembre e dicembre, le precipitazioni nevose sono state scarse, come non si è mai riscontrato negli anni precedenti, almeno fino a quando risalgono le serie storiche a disposizione. Il valore del SAI Index è rimasto al di sotto dello 0,10 percentile ad indicare un evento al di fuori della norma (Fig. 3). Nel periodo successivo, il SAI Index è stato oltre lo 0,90 percentile a specificare un anda-

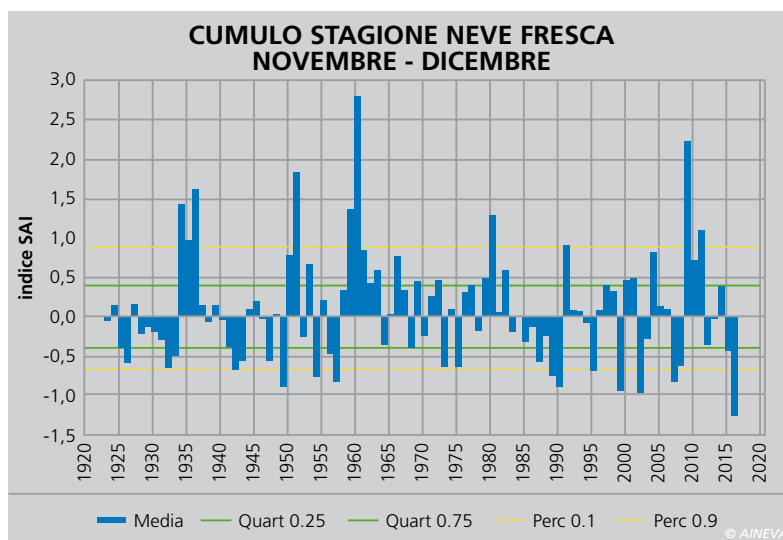


Fig. 3 - SAI Index calcolato per il cumulo stagionale di neve fresca elaborato per Alpi italiane per i mesi di novembre e dicembre.

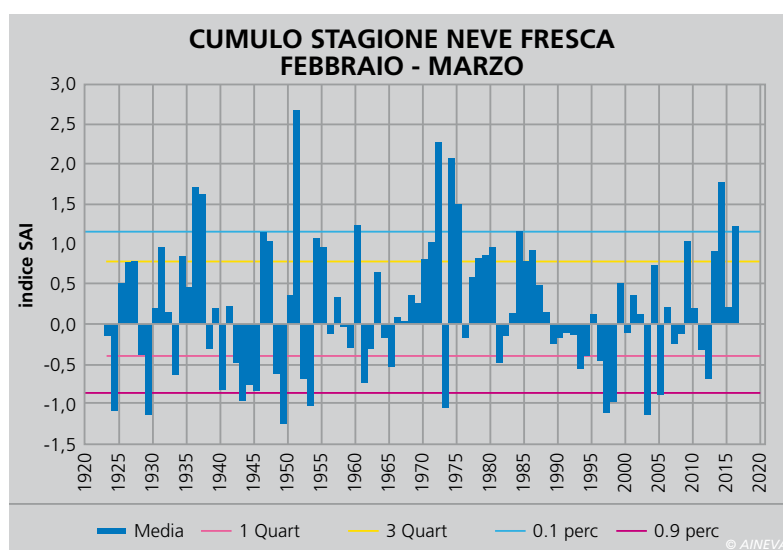


Fig. 4 - SAI Index calcolato per il cumulo stagionale di neve fresca elaborato per Alpi italiane per i mesi di febbraio e marzo.





Fig. 5 - Mappa con la spazializzazione dello spessore medio del mese di gennaio 2016 espresso come scarto dal valore medio misurato nel periodo 2011-2015 e valori di cumulo mensile di neve fresca per singole stazioni.

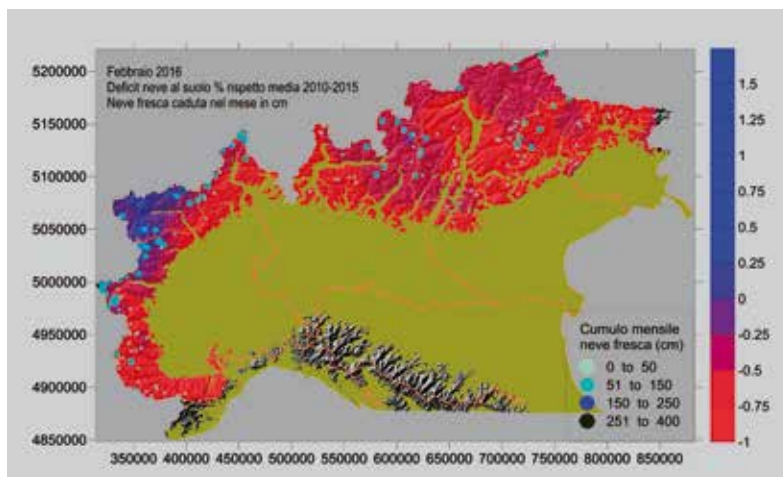


Fig. 6 - Mappa con la spazializzazione dello spessore medio del mese di febbraio 2016 espresso come scarto dal valore medio misurato nel periodo 2011-2015 e valori di cumulo mensile di neve fresca per singole stazioni.

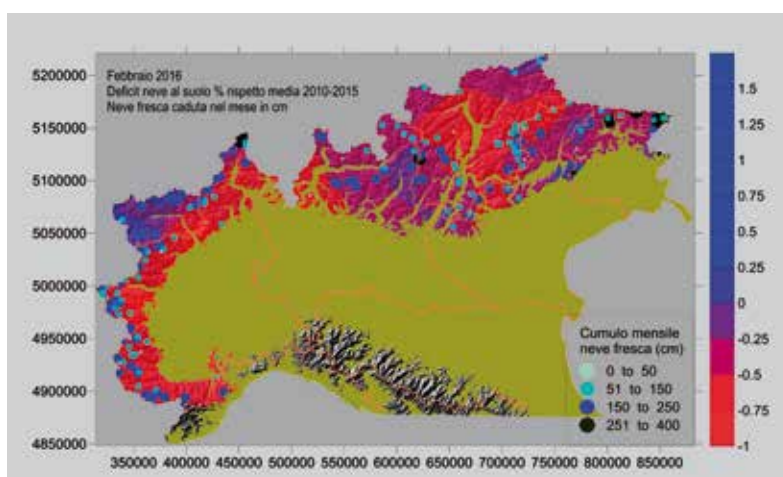
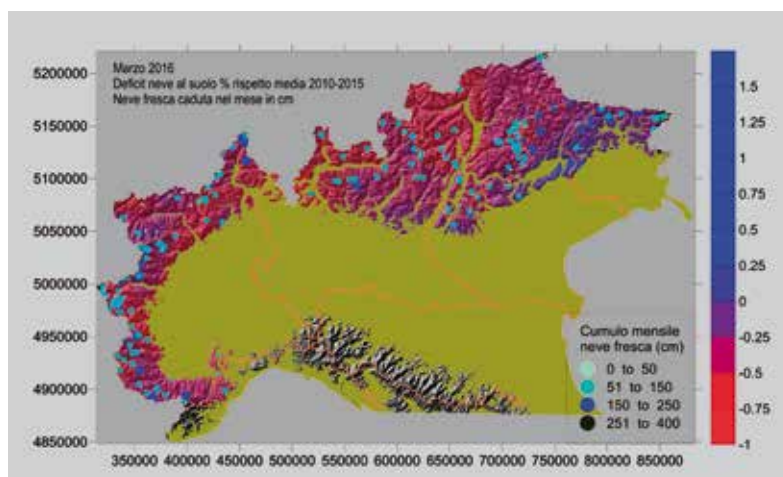


Fig. 7 - Mappa con la spazializzazione dello spessore medio del mese di marzo 2016 espresso come scarto dal valore medio misurato nel periodo 2011-2015 e valori di cumulo mensile di neve fresca per singole stazioni.



mento al di fuori della norma, come già avvenuto alcune volte in passato (inverno 2014, inverni a metà degli anni '70 etc.). Il diverso andamento stagionale e areale della precipitazione nevosa ha di conseguenza condizionato lo spessore della neve al suolo.

Nelle mappe di Figg. 5-6-8, è stato riportato lo scarto dello spessore medio mensile della neve al suolo della stagione 2016, rispetto alla media 2010-2015. Nel periodo 2010-2015 ci sono stati inverni

molto nevosi come il 2014 e altri scarsamente nevosi come il 2012 e quindi il periodo è un buon punto di riferimento. Nella stessa mappa sono riportati i valori di precipitazione di ogni singola stazione, espressi come classi di cumulo mensile. Nel mese di gennaio (Fig. 5) l'innevamento è stato maggiore nella Valle d'Aosta e nella parte dell'Ortles Cevedale, rispetto al resto del versante meridionale delle Alpi. In queste aree le nevicate sono più abbondanti del resto delle Alpi e anche lo

spessore del manto nevoso è maggiore. Nel mese di febbraio (Fig. 6) ha nevicato abbondantemente su tutte le Alpi meridionali ed in particolar modo nel Piemonte settentrionale e in Friuli Venezia Giulia. Lo spessore della neve del mese è ancora condizionato dalla scarsità di precipitazione dei mesi precedenti e lo scarto rispetto alla media è positivo solo in Valle d'Aosta, grazie alle nevicate di gennaio.

Nel mese di marzo (Fig. 7), le precipitazioni più abbondanti sono avvenute nella fascia prealpina del Veneto e del Friuli Venezia Giulia e in alcune località del Piemonte. Nella prima decade del mese viene raggiunto in quasi tutte le stazioni il valore di altezza massima della stagione invernale. Lo spessore medio del manto nevoso al suolo è superiore alla media del quinquennio precedente in molte aree delle Alpi meridionali.

Il diverso andamento mensile delle precipitazioni nevose nelle tre aree delle Alpi è riassunto nel grafico (Fig. 8) dove è espresso lo scarto percentuale dal valore medio su un periodo più lungo e in cui si vedono gli andamenti mensili per le tre aree.

L'indice di spessore medio della neve al suolo delle Alpi italiane (Fig. 9) evidenzia chiaramente la pressoché assenza del manto nevoso fino ai primi di gennaio, i tre periodi principali di precipitazione nevosa (inizio di gennaio, febbraio e marzo), intervallati i primi due da un assestamento del manto nevoso e l'ultimo, intervallato da un momento di ripresa in occasione delle precipitazioni del 15-20 di marzo, con cui inizia l'ablazione primaverile.

La curva evidenzia come gli spessori siano stati per gran parte della stagione invernale al di sotto della media, eccezione fatta per il periodo delle nevicate di marzo. Inoltre, la fase finale dell'ablazione è stata lenta, rispetto a quanto avvenuto inizialmente e questo a causa delle temperature fresche di fine aprile e di maggio.

## DURATA ED ESTENSIONE DEL MANTO NEVOSO

La stagione invernale da dicembre ad

aprile (DJFMA) (Fig. 10) è durata -23 giorni oltre i 1600 m di quota e di - 46 giorni fra gli 800 e i 1600 m di quota. Questo valore, oltre i 1600 m di quota, è il secondo più basso dal 1950, preceduto solo da 1989 e precedendo di poco il 2002. Anche il deficit alle quote inferiori si colloca fra i 7 maggiori, come il 2015, ma per motivazioni climatiche diverse.

Durante questa stagione la presenza della neve al suolo, nel periodo DJFMA, è stata condizionata essenzialmente dalla scarsità di neve di dicembre, mentre nel periodo marzo-aprile (MA) il deficit è stato contenuto a 3-8 giorni come avvenuto altre volte in passato .

Nelle immagini da satellite MODIS elaborate dal Centro Valanghe di Arabba (Fig. 11 a,b,c,d,e,f,g,h,i,l) è possibile osservare, nei diversi periodo dell'anno, l'estensione della copertura nevosa sulle Alpi. Nelle immagini il manto nevoso è evidenziato con falsi colori e la neve appare in rosso (RGB = 167 o 267), la vegetazione in verde e il suolo nudo ed urbano in ciano o rosa. Nell'immagine del 24 novembre 2015, è possibile osservare come le nevicate dei giorni precedenti abbiano interessato la fascia delle Prealpi dalla Lombardia al Veneto e tutto il Friuli Venezia Giulia. Anche in Piemonte e in Valle d'Aosta la copertura nevosa è estesa.

L'immagine del 20 di dicembre evidenzia la mancanza di neve su tutto l'arco alpino, eccezion fatta per la Valle d'Aosta e delle zone dei ghiacciai dell'Adamello-Ortles-Cevedale.

L'immagine del 20 di gennaio mostra una copertura nevosa più estesa nelle Alpi centrali e occidentali rispetto alle Alpi orientali. Questo è dovuto alle precipitazioni degli inizi della prima metà del mese di gennaio 2016. In Valle d'Aosta la copertura nevosa è fino a bassa quota mentre nelle Dolomiti la neve è poca anche sulle vette. Nell'immagine dell'11 di febbraio la copertura nevosa è già estesa e nelle Prealpi anche a quote basse in seguito alle nevicate dei giorni precedenti. Dopo le precipitazioni della prima decade del mese di marzo, si raggiunge anche l'estensione massima della copertura

nevosa sulle Alpi. Da questo momento in poi inizierà un'accelerata ablazione del manto nevoso, rallentata solo dalle nevicate del 15-20 marzo e dalle basse temperature di maggio.

Nell'immagine del 22 marzo è possibile osservare ancora una buona copertura nevosa e anche l'inizio dell'attività cumuliforme nelle aree adiacenti alle montagne. Questo è l'inizio di un periodo mite che porterà alla fine di marzo-inizi di

aprile a condizioni di isoterma del manto nevoso sulla maggior parte dei pendii fino a 2000 m di quota.

Già con marzo la possibilità di utilizzare direttamente le immagini da satellite per il calcolo dell'estensione della copertura nevosa, senza l'utilizzo composto di immagini di giorni diversi e calcoli di spazializzazione, è stata limitata per la frequente attività cumuliforme e per la nuvolosità normale. Nell'immagine del

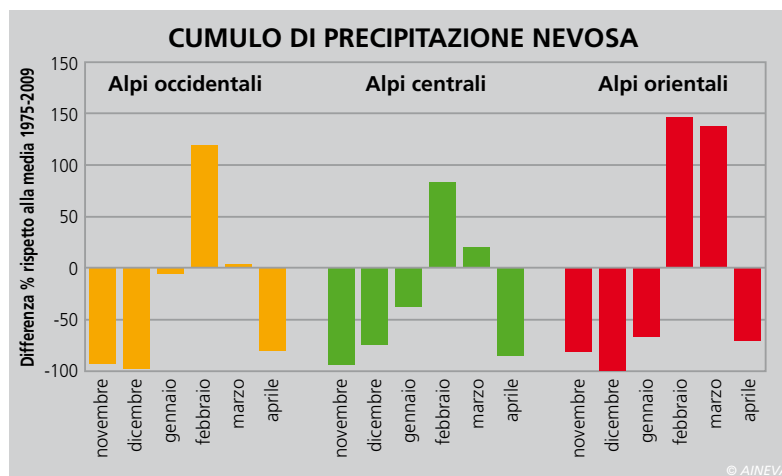


Fig. 8 - Valori mensili di precipitazione nevosa espressa come scarto percentuale dal valore medio di riferimento calcolato sul periodo 1975- 2009.

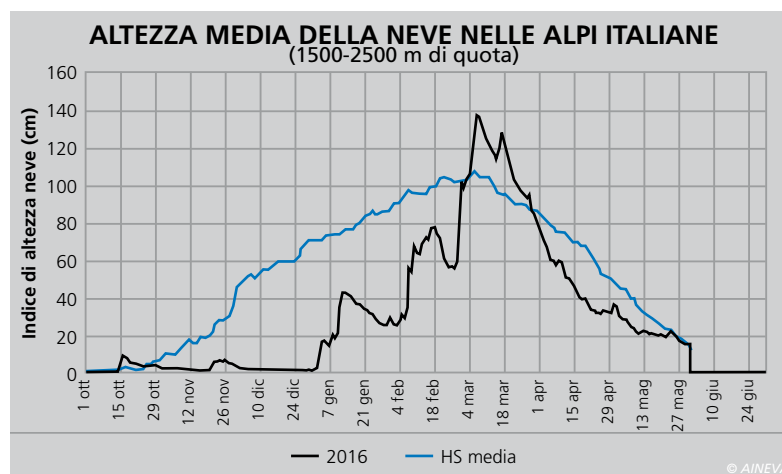


Fig. 9 - Indice di spessore medio della neve al suolo elaborato su un data set di 20 stazioni oltre i 1500 m di quota. Nel grafico è riportato l'indice della stagione 2015-2016 e il valore medio.

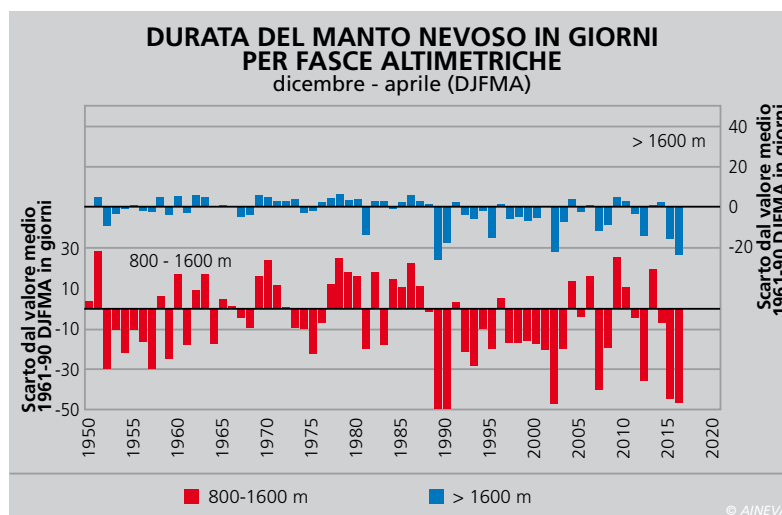


Fig. 10 - Durata del manto nevoso al suolo calcolato come scarto dal valore medio 1961-1990 per due fasce altimetriche: 800-1500 m (8 stazioni) e oltre i 1500 m (8 stazioni).



Fig. 11 - Immagine MODIS ripresa dal satellite Terra ed elaborata da ARPAV-CVA in falsi colori che riproduce la neve in colore rosso (combinazione di spettri RGB 367).

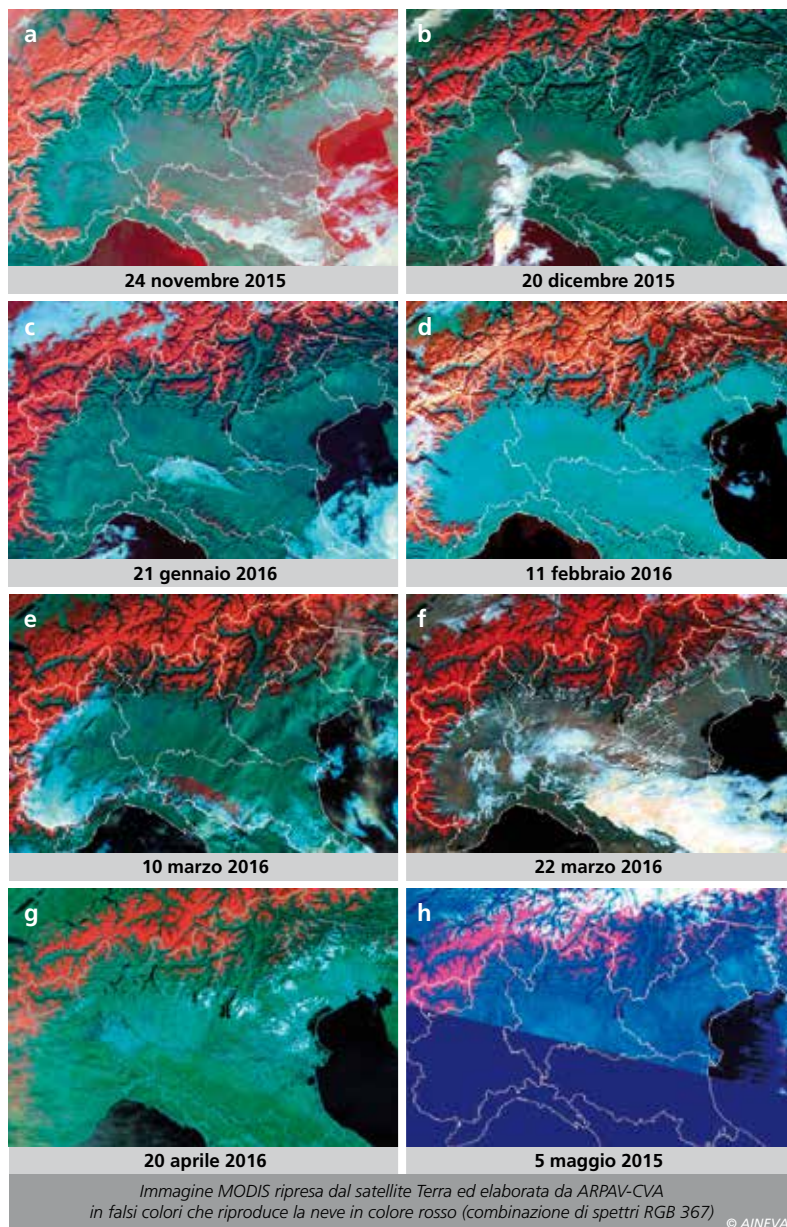


Immagine MODIS ripresa dal satellite Terra ed elaborata da ARPAV-CVA in falsi colori che riproduce la neve in colore rosso (combinazione di spettri RGB 367) © AINEVA

di ghiacciaio e lungo i versanti con buon riparo orografico o caratterizzati da relitti di valanghe e accumuli da vento.

## TEMPERATURA DELL'ARIA IN MONTAGNA

La stagione invernale (DJFMA) è stata, in quota, di ben +2,5 °C più mite della media 1961-1990, secondo inverno più caldo dopo il 2007 e precedendo il 1999 e il 2014 nell'ordine (Fig. 12).

Anche il periodo corrispondente all'inverno meteorologico (DJF) è stato di ben +2,4 °C più mite. Questa elevata temperatura è stata dovuta soprattutto al caldo del mese di dicembre (Fig. 13) che è stato di ben +4,4 °C più caldo, valore mai raggiunto prima nelle serie storiche a disposizione (dal 1920). Questo valore ha ostacolato fortemente anche la produzione di neve programmata per il perdurare di giornate con temperature positive. La temperatura media di riferimento in quota per il mese di dicembre è di -2,1 °C.

La temperatura media di marzo aprile, seppur più calda di +1,8°C rispetto alla media è stata uguale a quella dell'anno precedente, alternando decenni molto miti (3<sup>a</sup> decade di marzo l1<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> decade di e aprile) a decenni più fresche.

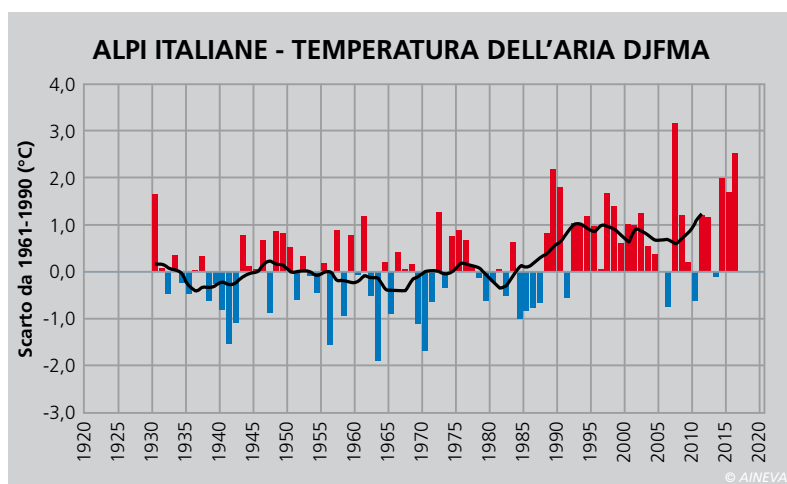
L'andamento mite della primavera ha accelerato l'ablazione del manto nevoso.

### Attività valanghiva spontanea e provocata

La stagione è stata caratterizzata da un'intensa attività valanghiva, con grandi valanghe di fondo che hanno raggiunto i fondovalle, nel periodo di massimo accumulo al suolo della neve al suolo.

La stagione invernale è stata generalmente scarsa di neve fino ai primi di febbraio e quindi anche l'attività valanghiva spontanea è stata pressoché ridotta in questo periodo (Fig. 14). Una prima e limitata attività valanghiva è avvenuta nel periodo di fine novembre - inizi di dicembre conseguente alle precipitazioni del 21-26 novembre e delle miti temperature che sono seguite; poi, con

Fig. 12 - Temperatura dell'aria delle Alpi italiane elaborata sulla base di 18 stazioni significative in quota ed espresso come scarto dal valore medio 1961-1990 per il periodo dicembre-aprile (DJFMA).



20 di aprile è possibile osservare come l'estensione sia ridotta notevolmente su gran parte del versante meridionale delle Alpi, come anche nell'ultima immagine del 5 di maggio.

Da questo giorno in poi, occorrerà arrivare a fine giugno per aver ancora un'immagine buona delle Alpi ma ormai il manto nevoso stagionale era quasi scomparso del tutto e relegato alle zone

Le nevicate dei primi di gennaio, specie in Valle d'Aosta, è stata osservata una locale intensa attività valanghiva.

Successivamente occorre arrivare al periodo fra l'8 e il 14 in Valle d'Aosta e il 19 e il 23 di febbraio sul resto delle Alpi, per osservare una importante attività valanghiva spontanea su tutte le Alpi conseguenti le nevicate dei giorni precedenti, accompagnate da un rialzo termico.

Con le prime nevicate del mese di febbraio sono stati osservati i primi incidenti da valanga in poco tempo, ben 6 in 5 giorni. Il giorno 5 febbraio, in Tirolo (A) avviene un incidente da valanga con ben 5 vittime. Il 13 gennaio nel comune di Mont de Lans (F), 6 sciatori fuoripista vengono travolti (3 vittime) e successivamente, il 18 nel comune di Modane (F), un incidente da valanga determina 6 vittime fra le 18 persone travolte.

Con le nevicate del 27-29 febbraio, sono state osservate le prime grandi valanghe che nei settori meridionali del Piemonte interessano anche infrastrutture; anche in Valle d'Aosta, in Valsavarenche le valanghe arrivano nelle zone antropizzate causando interruzioni alla viabilità e danni ad impianti sportivi. Poi, con i primi giorni di marzo, sono state osservate ancora singole grandi valanghe che in alcuni casi hanno raggiunto anche i fondovalle. Con le nevicate del 6-9 marzo, quando gli spessori del manto nevoso hanno superato i valori medi e anche vengono raggiunte gli spessori massimi della neve stagionale, vengono osservate, su tutte le Alpi, valanghe di medie e grandi dimensioni. Anche durante questo episodio le valanghe raggiungono alcuni fondovalle, arrivando al di sotto del limite della copertura nevosa. In questo periodo sono stati osservati ancora molti incidenti da valanga: 8 incidenti fra il 5 e il 12 di marzo con il grave incidente del Monte Nevoso (BZ) in cui sono morte 6 persone.

Successivamente vengono osservate localmente ancora episodi con valanghe di medie dimensioni lungo molti pendii ripidi. In Francia, nel comune di Barèges, il 22 di marzo periscono in un incidente

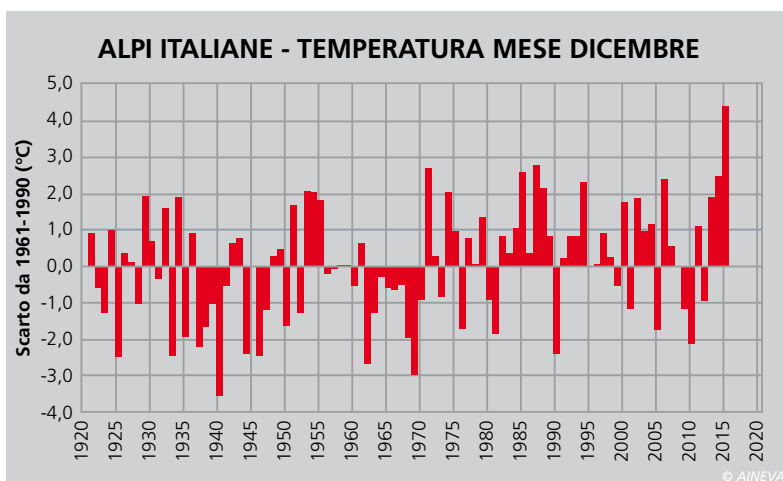


Fig. 13 - Temperatura dell'aria del mese di dicembre delle Alpi italiane elaborata sulla base di 18 stazioni significative in quota ed espresso come scarto dal valore medio 1961-1990.

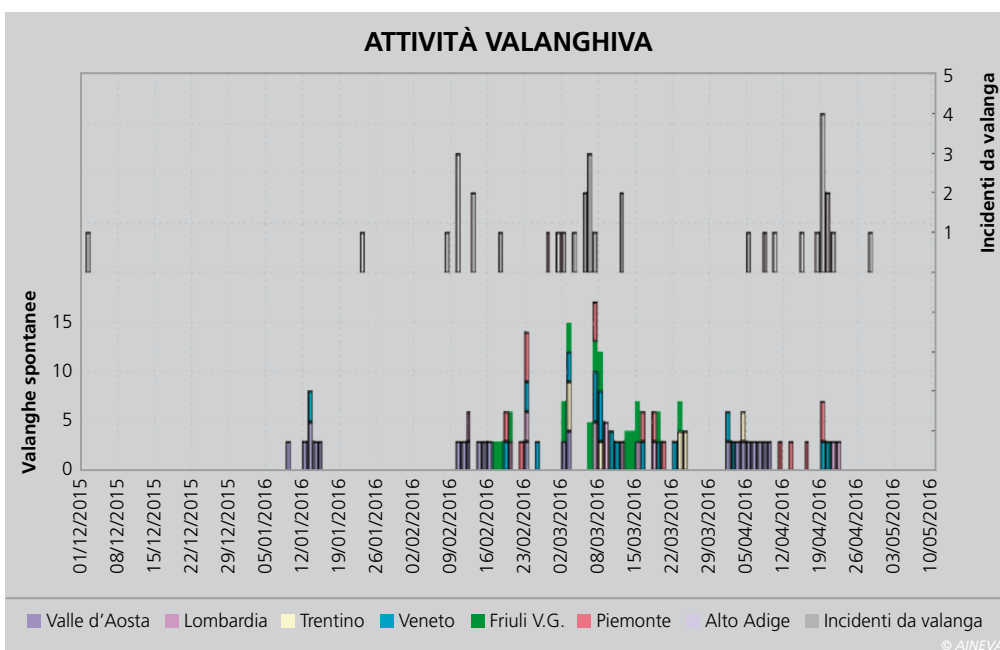


Fig. 14 - Giornate con una significativa attività valanghiva sulle Alpi italiane suddivisa per regione e incidenti da valanga.





Fig. 15 - Attività valanghiva della stagione invernale espressa come valore di anomalia SAI elaborato per un data set di 12 stazioni significative delle Alpi italiane e SAI Index del cumulo di neve fresca e della durata del manto nevoso calcolato sullo stesso periodo. Il trend del numero di giornate con valanghe è positivo.

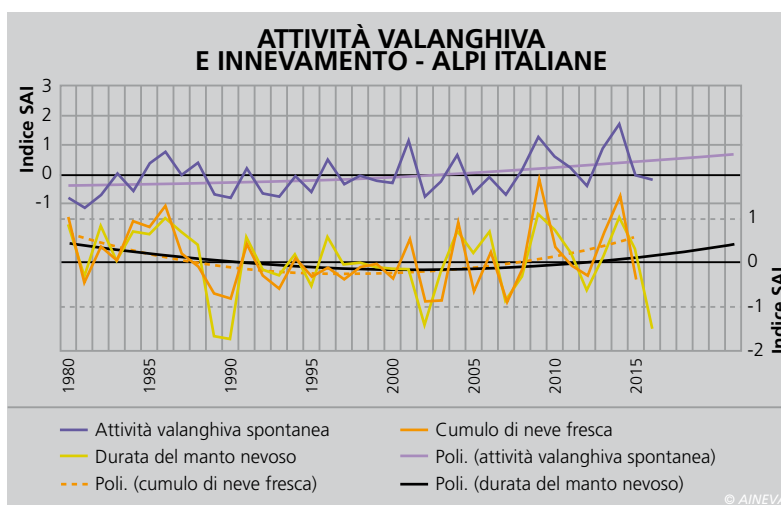
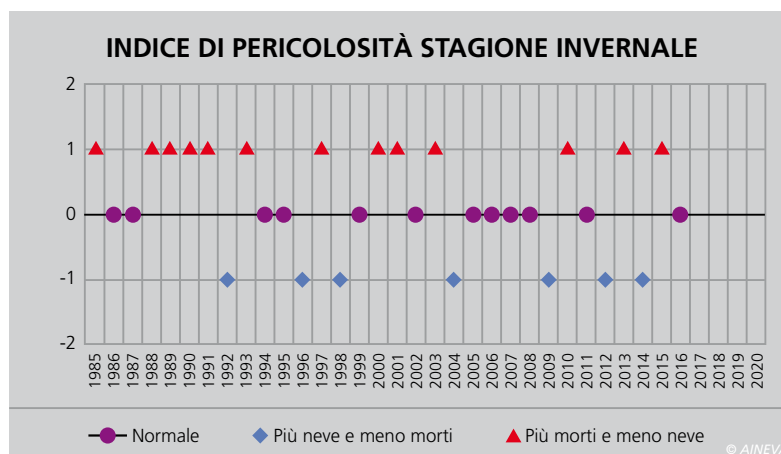


Fig. 16 - Indice di nevosità-incidenti da valanga. L'indice esprime la concordanza o la discordanza fra la relazione poca neve e molti incidenti da valanga mortali.



da valanga 4 escursionisti con racchette da neve dei 15 travolti.

Con il mese di aprile e le miti temperature, l'attività valanghiva spontanea è osservata in molte aree delle Alpi. Di particolare nota sono gli eventi valanghivi che si sono verificati fra il 18 e il 21 di aprile, dopo alcuni episodi perturbati che hanno determinato piogge fino in quota e deboli apporti nevosi, sempre in quota, un po' su tutte le Alpi.

Fra il 18 e il 21 aprile, sulle Alpi italiane, vengono annotati 7 incidenti da valanga con 3 vittime. Anche in Francia e in Svizzera in queste giornate vengono osservati diversi incidenti da valanga con 5 vittime.

Questo è il periodo della stagione invernale in cui sono avvenuti più incidenti e più vittime sull'intero arco alpino. In molti incidenti, il distacco della valanga è avvenuto su un piano di scorrimento costituito da una neve ricca di deposizioni di sabbia del deserto, conseguente alle nevicate di metà febbraio o al trasporto, quasi senza precipitazioni, della prima decade del mese di aprile.

In conclusione generale, l'indice di anomalia elaborato sulla base dell'osservazione giornaliera dell'attività valanghiva spontanea ha evidenziato un valore nella media. Nella Fig. 15, sono stati elaborati anche i valori di SAI Index del cumulo di neve fresca e di durata del manto nevoso per avere un confronto con questi due parametri.

## NEVOSITÀ E INCIDENTI DA VALANGA

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) (Fig. 16).

Globalmente la stagione invernale (da novembre ad aprile) è stata nella norma per la quantità di precipitazione nevosa anche come numero di morti in valanga. Pertanto anche l'indice è risultato in generale "nella norma".

## GRADO DI PERICOLO VALANGHE

Sull'arco alpino italiano il grado di pericolo valanghe più utilizzato è stato il 2-moderato, con il 39,5% delle giornate nelle 47 microaree nivologiche nelle quali esso è suddiviso, seguito dal 1-debole con il 38,5% delle giornate (Fig. 17).

Negli ultimi 10 anni, occorre andare al 2007 per ritrovare una stagione con uno scarto così ridotto fra il grado 1-debole e il grado 2-moderato. Il pericolo 1-debole è stato il più frequentemente utilizzato nella regione del Piemonte, del Veneto, del Friuli Venezia Giulia e nella Provincia Autonoma di Trento. Sul resto del territorio alpino il 2-moderato è stato prevalente. Il grado 3-marcato è stato utilizzato nel 20% delle giornate con un'importante presenza nella regione della Valle d'Aosta e nella Provincia Autonoma di Bolzano. Il grado 4-forte è stato utilizzato nel rimanente 2% delle giornate con una maggior frequenza nella regione del Piemonte e del Friuli Venezia Giulia.

In Fig. 18 è rappresentato l'utilizzo percentuale del grado di pericolo valanghe per le diverse decadi mensili dell'inverno.

Nel mese di dicembre e nella prima decade di gennaio (Fig. 19 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

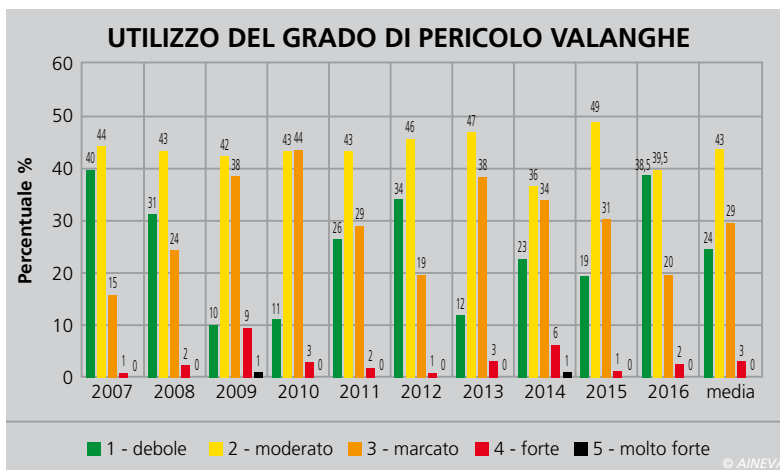


Fig. 17 - Utilizzo percentuale del grado di pericolo valanghe nei bollettini valanghe nelle ultime 9 stagioni invernali e valore medio. Durante la stagione è stato utilizzato per molte giornate il grado di pericolo forte e molto forte.

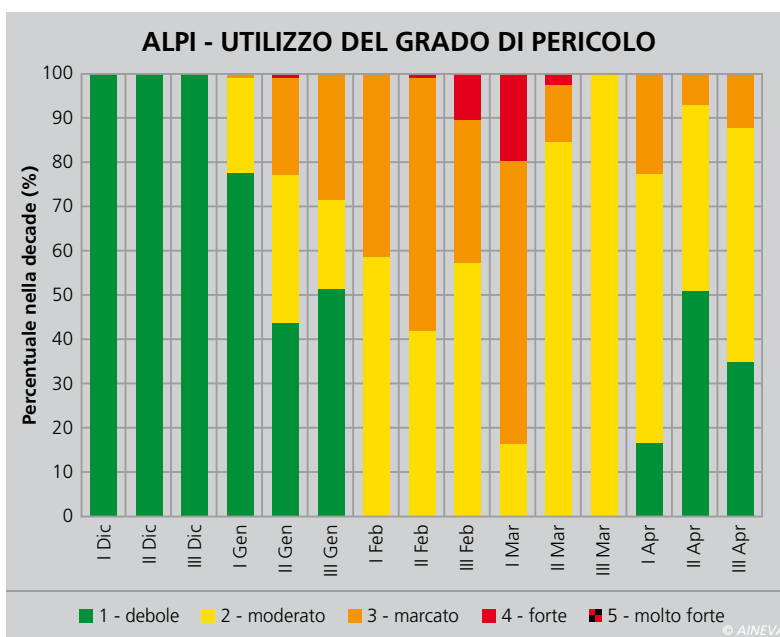
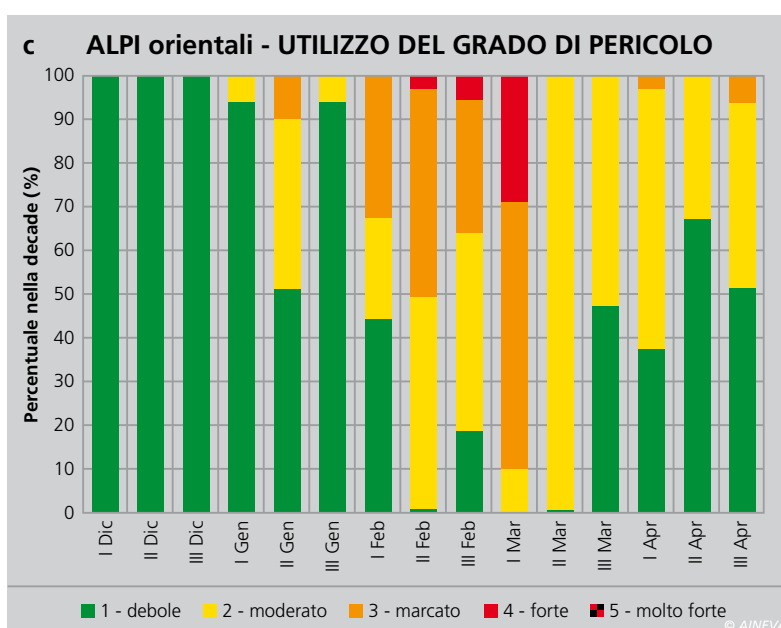
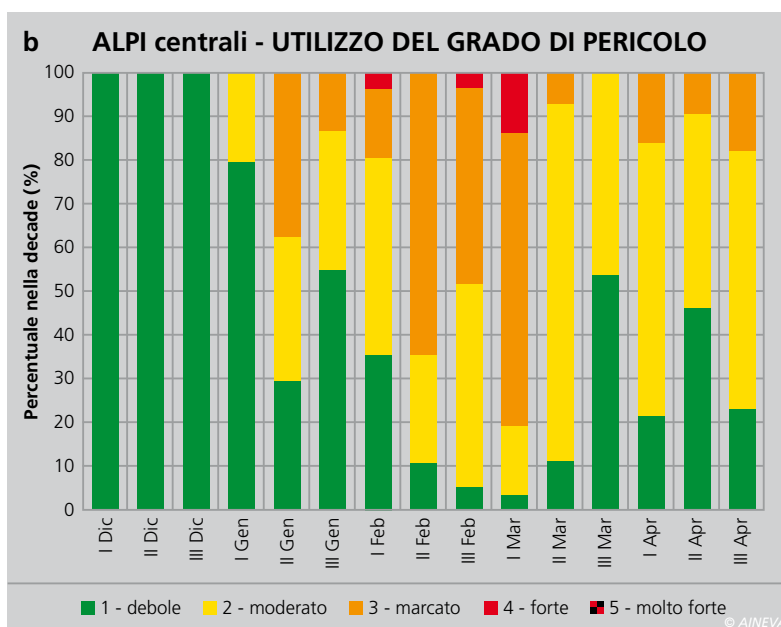
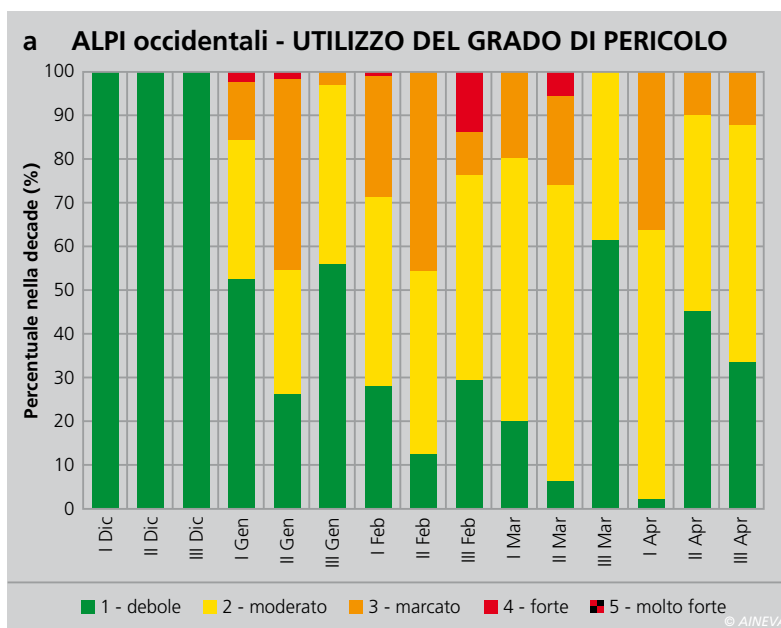


Fig. 18 - Utilizzo del grado di pericolo valanghe sull'arco alpino italiano per decade. I valori percentuali sono relativi alla 47 aree climatiche AINEVA.



Fig. 19 - Utilizzo del grado di pericolo valanghe per decade: a) nelle Alpi occidentali, b) nelle Alpi centrali, c) nelle Alpi orientali.



marzo, è caratterizzata da una stabilità del manto nevoso (minore nelle Alpi occidentali). Durante 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 Fig.20 (a...t) è rappresentata la distribuzione del grado di pericolo valanghe per le varie aree alpine in diversi momenti significativi della stagione invernale.

## CONCLUSIONE

La stagione invernale 2015-2016 è stata caratterizzata da due importanti periodi: il primo da novembre a fine gennaio con poca neve, temperature miti a dicembre, poche valanghe, scarso innevamento eccetto per alcune aree delle Alpi occidentali e pochi incidenti da valanga. Il secondo periodo, da febbraio ad aprile, con l'inverno vero e caratterizzato da abbondanti precipitazioni nevose, frequenti valanghe anche di grandi dimensioni e molti incidenti da valanga.

Pur essendo divisa in due parti, la stagione invernale rimarrà negli annali, dal punto di vista statistico, una stagione normale.

## 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: tendances des températures et des précipitations. 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).



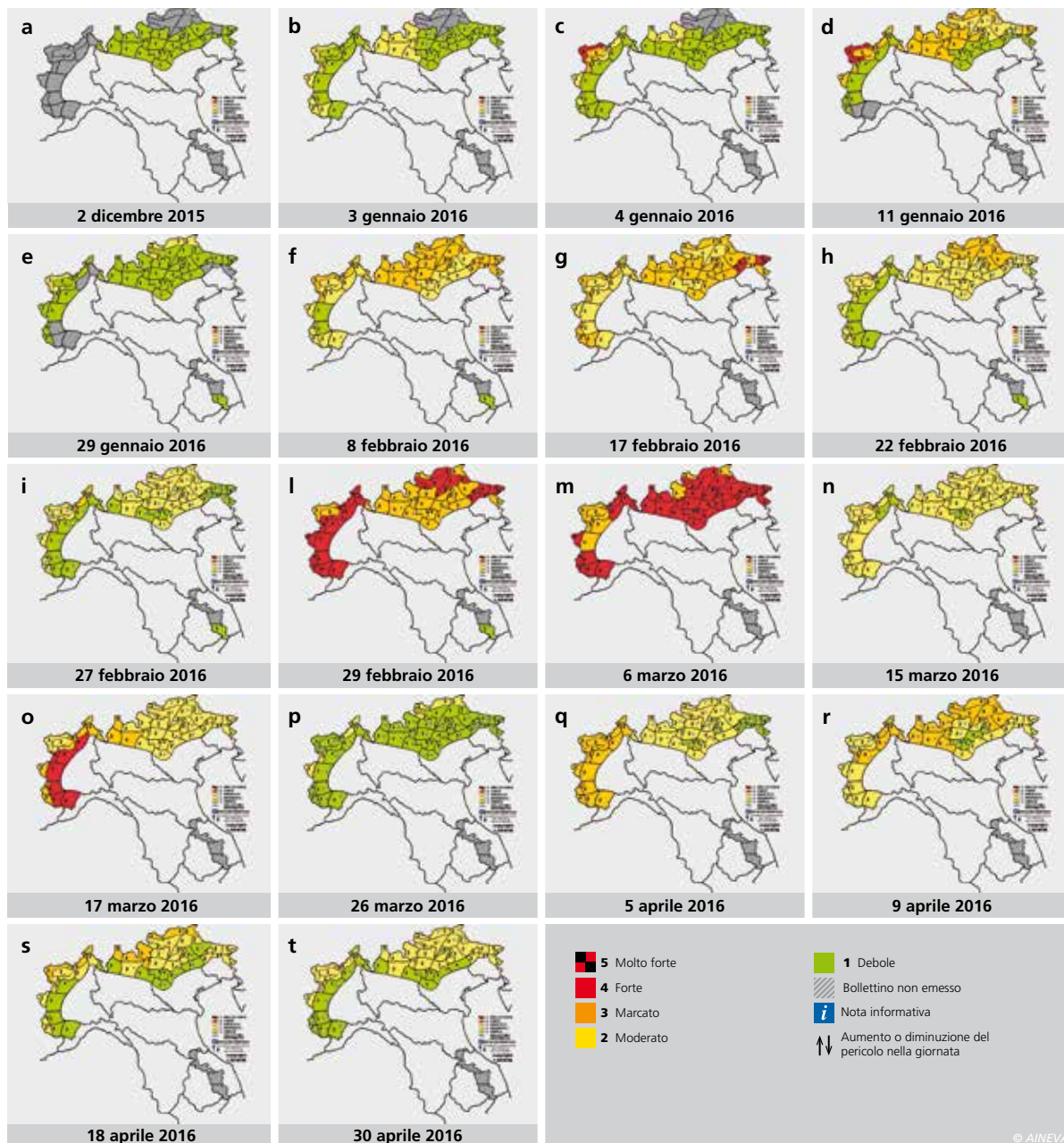


Fig. 20 - Mappa del pericolo di valanghe nelle regioni e province associate AINEVA.

Avalanche fatalities in the European Alps: long-term trends and statistics. Geogr. Helv., 71, 147–159, 2016 - [www.geogr-helv.net/71/147/2016/](http://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

#### Si ringraziano per la collaborazione:

- C.V.A. S.p.A. Compagnia Valdostana delle Acque, Direzione Dighe, Bacini, Traverse, Condotte - Linea Sicurezza Opere Idrauliche Via Stazione, 30. 11024 Châtillon (AO).
- 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 Soletto collaboratrice CFAVS. Regione del Piemonte - ARPA Piemonte, Dipartimento sistemi previsionali, Via Pio VII, Area 9, 10135 Torino
- Valerio Segor, Regione della Valle d'Aosta, Assetto idrogeologico dei bacini montani - Ufficio neve e valanghe, Loc. Amérique, n.33/A, 11020 Quart (AO)
- Alfredo Praolini, Flavio Berbenni, Regione della

- Lombardia, ARPA Lombardia, Settore Tutela delle Risorse e Rischi Naturali, U.O. Centro Nivometeorologico, Via Monte Confinale 9 - 23032 Bormio SO
- Gianluca Tognoni, Provincia Autonoma di Trento, Ufficio Previsioni e Pianificazione, Via Vannetti, 41, 38122 Trento
- Fabio Gheser, Provincia Autonoma di Bolzano Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione Valanghe, Via Mendola 33, 39100 Bolzano
- 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 Via Sabbadini 31, 33100 Udine
- Giuseppe Crepez, Renato Zasso, Anselmo Cagnati, Bruno Renon, Andrea Crepez, Gianni Marigo, Robert Thierry Luciani, Cagnati Valer, Corso Tiziana - Regione del Veneto, ARPA Veneto, DRST, Servizio Neve e Valanghe - Centro Valanghe di Arabba, Via Pradat, 5, 32020 Livinallongo del Col di Lana (BL)

#### Siti consultati:

- [www.aineva.it](http://www.aineva.it)
- [www.ikar-cisa.it](http://www.ikar-cisa.it)
- <http://marcopifferetti.altervista.org/>