



Neve e Valanghe

Meteorologia alpina, Glaciologia, Prevenzione e Sicurezza in montagna

anno 2021

SPECIALE STAGIONE INVERNALE

Analisi meteo-climatologiche
e nivo-valangologiche
su Alpi e Appennini

2020-21



**Indirizzi e numeri telefonici
dei Servizi Valanghe AINEVA
dell'Arco Alpino Italiano**

REGIONE PIEMONTE

Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali
Struttura Monitoraggio e studi geologici
Via Pio VII, 9 - 10135 Torino
Tel. 011 19681350 - Fax 011 19681341
<http://www.arpa.piemonte.it>
dip.rischi.naturali.ambientali@arpa.piemonte.it

REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA

Assessorato Opere Pubbliche, Territorio ed
Edilizia residenziale pubblica.
Struttura organizzativa Assetto Idrogeologico
dei bacini montani
Ufficio neve e valanghe
Loc. Amérique 33/A - 11020 Quart (AO)
Tel. 0165 776600/1 - Fax 0165 776804
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 0165 776300
<http://www.regione.vda.it>
u-valanghe@regione.vda.it

REGIONE LOMBARDIA

ARPA Lombardia
Settore Rischi Naturali, clima e usi sostenibili
delle acque
U.O. Servizio Idro-nivo-meteo e clima
Via Monte Confinale 9 - 23032 Bormio (SO)
Tel. 0342 914400 - Fax 0342 905133
Bollettino Nivometeorologico
<http://www.arpalombardia.it/meteo>
nivometeo@arpalombardia.it

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Servizio prevenzione rischi
Ufficio previsioni e pianificazione
Via Vannetti 41 - 38122 Trento
Tel. 0461 494870 - Fax 0461 238305
<http://www.meteotrentino.it>
ufficio.previsioni@provincia.tn.it

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO

Ufficio meteorologia e prevenzione valanghe
Viale Druso, 116 - 39100 Bolzano
Tel. 0471 416140 - Fax 0471 416159
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 0471 270555
Tel. 0471 271177 anche self fax
<http://valanghe.report>
meteovalanghe@provincia.bz.it

REGIONE DEL VENETO

ARPA-Veneto
Centro Valanghe di Arabba
Via Pradat 5 - 32020 Arabba (BL)
Tel. 0436 755711 - Fax 0436 79319
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 049 8239399
<http://www.arpa.veneto.it>
cva@arpa.veneto.it

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

Direzione Centrale risorse agroalimentari,
forestali e ittiche
Servizio foreste e corpo forestale
Struttura stabile centrale per l'attività di
prevenzione del rischio da valanga
Via Sabbadini 31 - 33100 Udine
Tel. 0432 555877 - Fax 0432 485782
Bollettino Nivometeorologico
NUMERO VERDE 800860377 (in voce e self fax)
[http://www.regione.fvg.it/asp/newvalanghe/
welcome.asp](http://www.regione.fvg.it/asp/newvalanghe/welcome.asp)
neve.valanghe@regione.fvg.it

REGIONE MARCHE

Servizio Protezione Civile
Centro Funzionale Multirischi
per la Meteorologia e l'Idrologia
Via del Colle Ameno, 5 - 60126 Ancona
Tel. 071 8067743 - Fax 071 8067709
<http://protezionecivile.marche.it>
spc.centrofunzionale@regione.marche.it

Sede AINEVA

Vicolo dell'Adige, 27
38122 Trento
Tel. 0461 230305 - Fax 0461 232225
<http://www.aineva.it>
aineva@aineva.it

la STAGIONE INVERNALE

SU ALPI E APPENNINI

Analisi meteo-climatologiche
e nivo-valangologiche

2020-21

Direttore Responsabile
Valerio SEGOR
Regione Autonoma Valle d'Aosta

Comitato di redazione:
Erika SOLERO, Giovanna BURELLI,
Susanna GRASSO, Walter BEOZZO,
Fabio GHESER, Mauro VALT, Mauro AZZINI,
Stefano SOFIA, Elena BARBERA, Igor CHIAMBRETTI

Coordinamento Redazionale:
Alfredo PRAOLINI

Comitato scientifico editoriale:
Secondo BARBERO, Gabriele AMADORI,
Paolo SANDRONI, Gianni MARIGO, Michela MUNARI,
Maria Luisa PASTORE, Valerio SEGOR, Mauro GADDO

Segreteria di Redazione:
ASSOCIAZIONE INTERREGIONALE
DI COORDINAMENTO E DOCUMENTAZIONE PER I
PROBLEMI INERENTI ALLA NEVE E ALLE VALANGHE
Vicolo dell'Adige, 27 - 38122 TRENTO
Tel. +39 0461 230305 - Fax +39 0461 232225
aineva@aineva.it - aineva@pec.aineva.it
www.aineva.it

Videoimpaginazione e grafica:
MOTTARELLA STUDIO GRAFICO
www.mottarella.com
Cosio Valtellino (SO)

**Hanno collaborato
a questo numero:**
Serena Mottarella, Stefania Del Barba,
Nadia Preghenella.

Gli articoli e le note firmate esprimono
l'opinione dell'Autore e non impegnano l'AINOVA.

Referenze fotografiche:
Foto di copertina: R. Zasso
M. Valt: 8-9, 10, 15, 19, 44, 45, 46
R. Zasso: 28-29, 34

Se non diversamente specificato in didascalia,
le foto contenute negli articoli sono degli autori.

- 2** IL CLIMA AL
CENTRO NORD ITALIA
Inverno 2020-21
A cura del Gruppo di Lavoro ArCIS
- 8** L'INVERNO 2020-21
SULLE ALPI ITALIANE
di Mauro Valt e Paola Cianfarra
- 20** NEVE IN APPENNINO
Inverno 2020-21
di Mauro Valt, Paola Cianfarra
e Stefano Sofia
- 28** RELAZIONI
SERVIZI VALANGHE
- 30** Regione Autonoma
Friuli Venezia Giulia
- 34** Regione del Veneto
- 48** Provincia Autonoma
di Trento
- 58** Provincia Autonoma
di Bolzano
- 72** Regione Lombardia
- 82** Regione Autonoma
Valle d'Aosta
- 94** Regione Piemonte
- 102** Regione Marche



il CLIMA nel CENTRO NORD ITALIA NELL'INVERNO 2020-2021

A cura del Gruppo
di Lavoro ArCIS



Archivio Climatologico
dell'Italia centro-settentrionale

info@arcis.it

CLIMATE IN NORTH-CENTRAL ITALY IN WINTER 2020-2021

*In north-central Italy the 2020-2021
winter season was characterised
by marked variability with heavy
precipitation and huge snow
accumulations in the central-eastern
Alps in the early months, but also with
very intense thermal anomalies in
February.*

La stagione invernale 2020-2021 nel Centro Nord Italia è stata caratterizzata da intensa variabilità con abbondanti precipitazioni ed accumuli nevosi ingenti su tutto l'arco alpino centro-orientale nei primi mesi, ma anche anomalie termiche positive di rara intensità a febbraio.

L'inverno 2020-2021 è stato caratterizzato da temperature superiori alla norma 1991-2020 e anomalie pluviometriche mediamente superiori alle attese, anche se con una ampia variabilità locale.

Un inverno sicuramente meno caldo di quello precedente, con precipitazioni nevose che, nella prima parte della stagione, hanno raggiunto totali eccezionali sulle aree Alpine centro-orientali e sull'Appennino tosco-emiliano, ma con un mese di febbraio ancora una volta molto caldo, tanto da far raggiungere in alcune regioni temperature massime record.

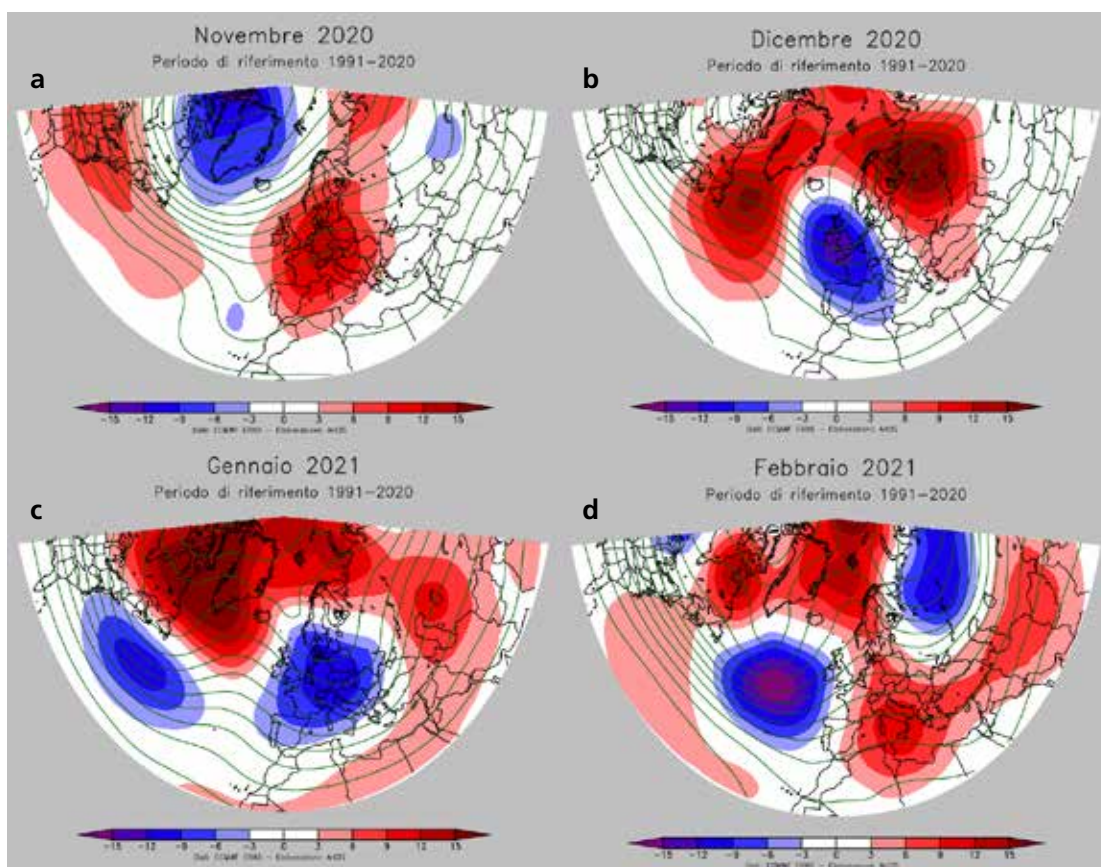
L'inverno è stato preceduto da un mese di novembre particolarmente anomalo, durante il quale il flusso atmosferico a larga scala sulle nostre regioni è stato influenzato dal persistere di una intensa anomalia positiva di geopotenziale a 500 hPa con massimo sul centro Europa, ben visibile nella Figura 1a che si è ottenuta utilizzando il data-set di ri-analisi Copernicus ERA5 (<https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>) e calcolando quindi le anomalie rispetto al clima 1991-2020. Questa configurazione di flusso in quota a larga scala ha ridotto considerevolmente le precipitazioni su tutte le regioni del centro-nord Italia, come mostra la Figura 4a, che rappresenta l'anomalia pluviometrica di novembre sempre rispetto al clima 1991-2020, calcolata utilizzando l'analisi osservativa ARCIS(<https://www.arcis.it>).

L'anomalia di questa mappa è ovunque negativa, con valori

percentuali prossimi al 100% di deficit sulle Alpi centro-occidentali dove i totali di precipitazioni in questo mese sono stati esigui. Precipitazioni mensili più consistenti, ma mai superiori ai 60 mm totali, sono state osservate nelle Marche, localmente nella Liguria orientale e sull'Appennino Tosco Emiliano, dove comunque gli scarti rispetto alle attese sono stati prossimi all'80%. L'Emilia-Romagna ha registrato per questo mese i totali mensili medi regionali di precipitazione più bassi dal 1961, mentre in Piemonte è stato il secondo più secco degli ultimi 65 anni, superato solo dal novembre 1981 e molto vicino ai record negativi di pioggia osservati nel novembre 2015.

A partire da dicembre il flusso di larga scala è radicalmente cambiato (Fig. 1b) e una bassa pressione particolarmente profonda e semistazionaria centrata sulle Isole Britanniche ha permesso all'aria umida atlantica di raggiungere le nostre regioni. Queste condizioni hanno favorito sia un calo delle temperature rispetto al mese precedente sia un netto cambio nel regime pluviometrico: le precipitazioni del mese sono state ingenti e, per molte regioni, come l'Emilia-Romagna, dicembre 2020 è stato il più piovoso dal 1961, mentre in Toscana, Friuli Venezia Giulia e Veneto i totali sono stati prossimi a 4 o 5 volte i valori attesi. Situazione differente a nordovest, ovvero la zona del nord Italia che si è venuta a trovare in "ombra pluviometrica" durante il mese e che infatti ha fatto registrare quantitativi di precipitazione non importanti (Piemonte) o addirittura

Fig. 1 - Mappa di anomalia media di Z500 in dam (ombreggiamento) e valori pieni dello stesso campo (isolinee) per il mese di novembre(a) e dicembre (b) 2020 e per i mesi di gennaio (c) e febbraio (d) 2021 rispetto al periodo 1991-2020. Dati ERA5, <https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>.



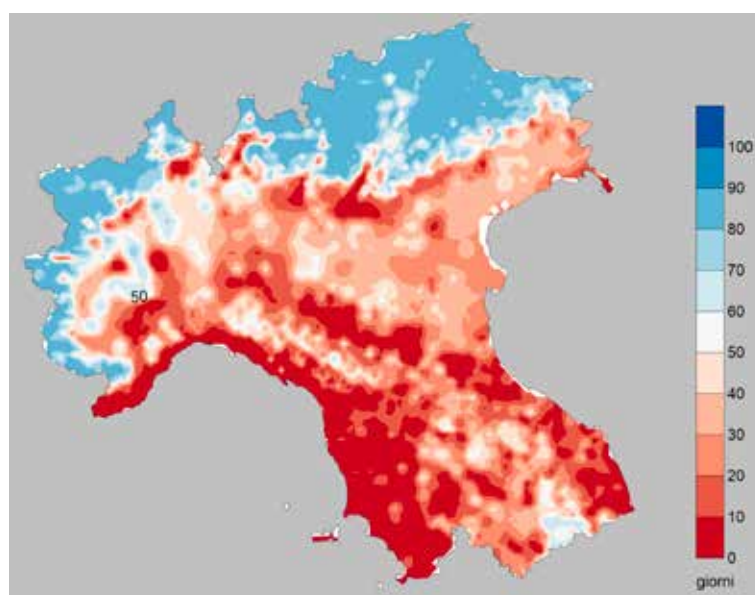
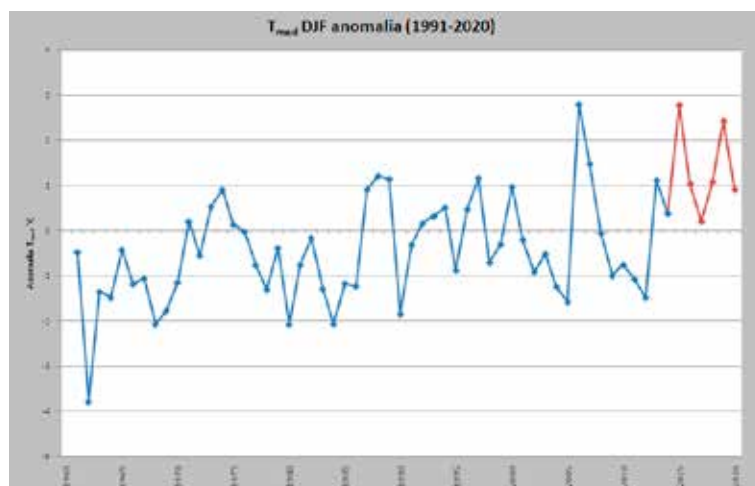
al di sotto del clima 1991-2020 (Val d'Aosta).

A gennaio, i flussi medi sono stati prevalentemente da nord, con temperature che in molte regioni si sono ulteriormente abbassate e precipitazioni quasi ovunque abbondanti seppur non eccezionali come nel mese precedente. Il flusso medio in quota ha subito quindi un nuovo radicale cambiamento nel mese successivo di febbraio (Fig. 1d) durante il quale sono tornate a prevalere condizioni di alta pressione che hanno favorito un netto rialzo delle temperature ed un corrispondente calo nelle precipitazioni che, in Piemonte, gran parte della Pianura Padana e nelle Marche si sono attestate su valori inferiori di circa il 30-50% rispetto ai quantitativi normalmente attesi nel mese. In altre regioni, sui rilievi sono state osservate precipitazioni consistenti tuttavia mai particolarmente diffuse. Osservando la Figura 2 che descrive l'andamento delle anomalie termiche medie nelle regioni del Centro Nord Italia negli anni dal 1961 al 2021 rispetto al clima 1991-2020, ottenuta a partire dai dati pubblicati sugli Annali Idrologici e dai dati rilevati dalle stazioni di monitoraggio climatico dei Servizi Meteorologici Regionali, si può notare che l'inverno 2020-2021 pur rimanendo nella parte superiore della distribuzione dei valori climatici, ha presentato anomalie meno intense dell'inverno precedente, del tutto confrontabili con la media degli ultimi 30 anni e di poco inferiori a quelle del 2014, 2016 e 2018. La mappa del numero di giorni con gelo (in Fig. 3) denuncia comunque che, in gran parte del versante Tirrenico, sulle prime colline intorno alla Pianura Padana e lungo le coste marchigiane il termometro non è quasi mai andato sotto zero nel corso della stagione, situazione che ormai si verifica con continuità da circa un decennio. Solo le condizioni di inversione termica, tipiche dei mesi invernali, hanno invece impedito alla Pianura Padana di subire la stessa sorte.

La Figura 4 b presenta le anomalie di precipitazione per l'inverno 2020-2021 rispetto al clima 1991-2020. I valori totali sono stati nettamente superiori al clima su tutto il versante Tirrenico, la Lombardia e il Triveneto, con massimi che hanno raggiunto valori pari a circa 3 volte le attese sui rilievi del Friuli Venezia Giulia, grazie alle copiose precipitazioni dei primi due mesi della stagione.

Le temperature contenute in questi primi mesi dell'inverno 2020-2021 hanno favorito l'accumulo nevoso soprattutto sui rilievi alpini che, nel corso della stagione, hanno ricevuto contributi di notevole entità soprattutto in concomitanza con due eventi meteorologici particolarmente intensi: l'evento occorso tra il 4 e il 9 dicembre 2020 e quello verificatosi tra il 28 dicembre 2020 e il 3 gennaio 2021.

Durante il primo evento precipitazioni diffuse e di grande intensità hanno interessato la maggior parte del Triveneto.



In particolare, il Veneto è stato colpito da precipitazioni molto abbondanti sulle zone montane e pedemontane con cumulate totali sull'evento superiori a 500 mm soprattutto nel bellunese, dove si sono osservate punte fino a 725 mm a Valpore (Seren di Grappa, 1271 m slm - BL) e, in generale, accumuli di neve molto abbondanti oltre i 1500/1600 m di quota. Le intensità di precipitazione in molte località hanno raggiunto valori con tempi di ritorno stimati superiori a 20 anni, e le intensità su 12 ore osservate a Gosaldo si collocano subito al di sotto dell'alluvione del novembre 1966, con 270 mm (4° posto assoluto in Regione) il dato più elevato per la montagna dal 1984 (inizio serie ARPAV), mentre a Col di Prà (863 m slm - BL) sono caduti 250 mm nell'arco di 12 ore. Entrambi questi valori superano le quantità registrate nello stesso arco di tempo durante la tempesta Vaia di fine ottobre 2018. Anche in Trentino le precipitazioni in questi giorni sono state ingenti, risultando in varie località superiori a 200 mm con un massimo presso la stazione di Val Noana (1030 m slm) pari a 554,2 mm. Nelle zone in quota, la precipitazione è caduta sotto forma nevosa e l'accumulo totale

Fig. 2 - Serie di anomalia media di temperatura invernale rispetto al periodo 1991-2020 in °C, calcolata a partire dai dati degli Annali Idrologici (dal 1961 al 2015, linea blu) e dai dati di monitoraggio climatico delle regioni (2015-2020, linea rossa).

Fig. 3 - Mappa del numero di giorni con gelo per l'inverno 2020-2021 ottenuta dai dati giornalieri di temperatura minima interpolati a partire dalle stazioni di monitoraggio climatico.

RELAZIONI

misurato nei tre giorni dal 4 al 6 dicembre ha superato ovunque e di gran lunga il valore medio relativo all'intero mese di dicembre, risultando confrontabile con quello di un'intera stagione invernale. In particolare, le località sopra i 1600-2000 m che hanno ricevuto la totalità delle precipitazioni sotto forma nevosa, hanno rilevato accumuli anche superiori a 2 metri di neve fresca. A conferma della eccezionalità dell'evento, in molte stazioni tra cui Trento Laste (312 m slm), Lavarone (1155 m sml), Malè (720 m slm), Cavalese (958 m slm), Tione (533 m slm) e Predazzo (1000 m slm), nel corso di questi giorni è stata registrata la precipitazione cumulata giornaliera più alta di tutta la serie storica relativa al mese di dicembre. L'evento in generale è stato in Provincia di Trento uno dei più intensi in assoluto in molte località, secondo solo alla tempesta Vaia di fine ottobre 2018.

Nei giorni a cavallo della fine dell'anno, invece, la persistenza di una vasta circolazione depressionaria sull'Europa

centro-occidentale che ha lasciato un profondo segno nelle mappe di anomalia di geopotenziale a 500 hPa mensili (Fig. 1b e 1c), ha favorito l'arrivo sulle nostre regioni di una serie di profonde depressioni di origine artica le quali hanno a più riprese riversato precipitazioni ingenti, anche a carattere nevoso sui rilievi e la pedecollinare di molte regioni. In Friuli Venezia Giulia i quantitativi di neve caduta in 7 giorni in alcune località presentano tempi di ritorno più che decennali (anche maggiori di 50 anni). In questa regione le precipitazioni hanno colpito un territorio che già da un mese era interessato da innevamenti continui e abbondanti: era dal 1972 che non si osservava un periodo invernale così lungo (dal 1° dicembre al 3 gennaio) e così eccezionalmente nevoso. Il cumulato totale di neve fresca caduta è stato superiore ad ogni record precedente così come lo spessore massimo raggiunto e per il numero complessivo di giorni nevosi.

Concludiamo questa rassegna ricordando che in Tosca-

Fig. 4 - Mappa di anomalia di precipitazione a) del mese di novembre 2020 e b) della stagione invernale 2020-2021 ottenuta dai dati dell'analisi osservativa di precipitazione giornaliera ARCIS.

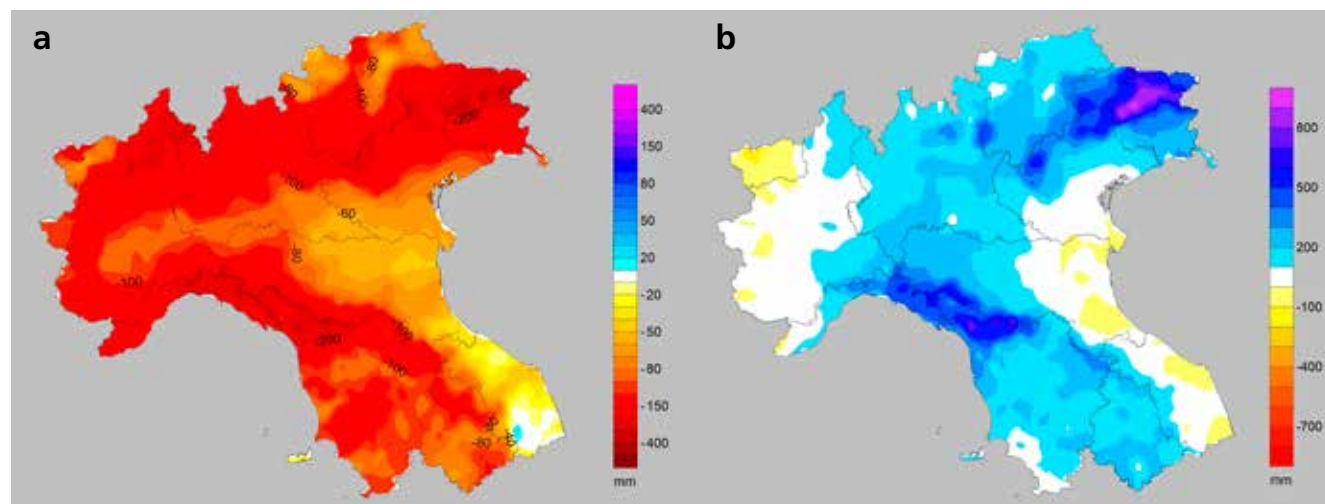


Fig. 5 - Abbondanti accumuli nevosi a Vermiglio il 10 dicembre 2020 (Cortesia Provincia Autonoma di Trento).



Fig. 6 - Abbondanti accumuli nevosi a Peio il 10 dicembre 2020 (Cortesia Provincia Autonoma di Trento).



Fig. 7 - Abbondanti accumuli nevosi sul Monte Falterona a Gennaio 2021 (Cortesia Claudio Tei, LAMMA).

Fig. 8 - Panorama a Malga Tuglia (1600 m slm) comune di Forni Avoltri (UD) il 10 marzo 2021 (Cortesia Sergio Nordio, ARPA Friuli Venezia Giulia).

na, al Passo dell'Abetone (PT) dicembre 2020 è stato, con ben 258 cm, il più nevoso dal 1969. Qui nel corso dell'inverno in soli 20 giorni sono caduti oltre 3 metri di neve, mentre il dato dal 1° dicembre al 18 gennaio riporta un totale superiore ai 4 metri, circa 1 metro di più di quante ne dovrebbe cadere durante l'intera stagione invernale (dicembre-marzo, climatologia 1969-2020).

In definitiva l'inverno 2020-2021 è risultato particolarmente nevoso in molte regioni del centro-nord Italia (Figg. 5,6,7,8), soprattutto alle alte quote e sulle zone orientali e appenniniche, mentre le anomalie termiche spesso positive hanno impedito che le nevicate si estendessero ad ampie aree di pianura e alle aree costiere: qui la neve ha fatto solo in qualche caso una breve comparsa, senza raggiungere spessori di rilievo e spesso fondendo prontamente.





L'INVERNO 2020-2021

di Mauro Valt

ARPAV-DRST-SNV

Centro Valanghe di Arabba,

Via Pradat 5 - Arabba

32020 Livinallongo del Col di Lana - BL (Italy)

mauro.valt@arpa.veneto.it

Paola Cianfarra

Università degli Studi di Genova

Dipartimento di Scienze della Terra,

dell'Ambiente e della Vita - DISTAV

Corso Europa 26, I-16132 Genova, Italy

SULLE ALPI ITALIANE

La stagione invernale 2020-2021 è stata molto nevosa sulle Alpi centro orientali, dove sono avvenute ripetute e intense nevicate. In generale gli apporti nevosi del periodo dicembre-gennaio sono stati i maggiori dell'inverno, mentre poco nevosa è stata la primavera.

Il mese di febbraio è stato molto caldo, come anche la fine di marzo con conseguente accelerata fusione della neve e riduzione della copertura nevosa. Le temperature fredde di aprile e maggio hanno poi rallentato la fusione finale del manto nevoso. L'attività valanghiva è stata intensa sia sulle Alpi orientali, in occasione di tutte le intense nevicate, che sulle Alpi occidentali specie in Valle d'Aosta a causa della presenza diffusa di strati deboli fragili. Le vittime da valanga sono state superiori alle media, come peraltro avvenuto anche in Francia e in Svizzera.

WINTER 2020-2021 IN THE ITALIAN ALPS

The 2020-2021 winter season was characterised by frequent and heavy snowfalls, mainly in the central-eastern Alps.

Generally, the December-January period showed the heaviest snowfalls, while spring was characterised by weak rainfalls. February was very warm, as well as late March, which resulted in faster snow melting and snowcover decrease. Cold weather in April and May then slowed snowcover melting. Avalanches were more frequent in the eastern Alps, following heavy snowfalls, and in the Western Alps alike, especially in the Aosta valley due to the presence of weak basal snow layers. A higher than average number of avalanche victims was recorded, like in France and Switzerland.



INTRODUZIONE

L'inverno 2020-2021 è iniziato sulle Alpi centro orientali con intense nevicate che hanno messo in difficoltà le aree antropizzate per le grandi valanghe che sono arrivate a fondovalle più volte. Anche le nevicate di fine dicembre e di inizio gennaio sono state particolarmente intense, con tanta neve in poche ore. L'alternanza di periodi caldi e periodo molto freddi, come a dicembre e a gennaio, ha determinato la formazione di strati di neve basali fragili su gran parte delle Alpi. Questa situazione, dopo le nevicate della terza decade di gennaio, ha condizionato la stabilità del manto nevoso specie in alcune zone delle Alpi occidentali dove a dicembre aveva nevicato poco, con grandi valanghe anche in prossimità di paesi e vie di comunicazione importanti.

La pioggia fino in quota in molte occasioni e gli episodi di precipitazione con pulviscolo di sabbia sahariana, hanno determinato la formazione di strati neve sopra i quali sono avvenute diverse valanghe spontanee e provocate. L'inverno è stato nevoso in tutti i suoi aspetti ma con alcune differenze geografiche.

Nel presente lavoro viene tracciato un riassunto dell'andamento dei principali parametri, dell'andamento nivometeorologico generale della stagione e climatico delle Alpi meridionali.

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 relativi agli spessori del manto nevoso, alle nevicate e alle densità della neve sono dedotti soprattutto dagli open data di alcune amministrazioni, dalla trascrizione dei valori riportati a corredo dei bollettini valanghe e tratti dai geoportali regionali (www.arpa.piemonte.it; www.arpa.veneto.it, meteotrentino.it; <http://presidi2.regione.vda.it/> <https://www.meteo.fvg.it/neve.php>; <https://meteomont.carabinieri.it/home>; <http://www.meteomont.org/>, <https://www.arpalombardia.it/Pages/Ricerca-Dati-ed-Indicatori.aspx>; <http://meteo.provincia.bz.it/stazioni-meteo-montagna.asp>, www.nimbus.it).

I dati utilizzati sono di reti di stazioni di tipo automatico (AWS) sia di tipo tradizionale (MWS).

I dati di altezza neve (HS) provenienti dalle reti di stazioni nivometeorologiche automatiche sono valori medi giornalieri relativi alle 24 ore (WMO-N.8, 2018), mentre i dati misurati presso le stazioni di tipo tradizionale (Cagnati, 2003- Cap. II.1) sono relativi ai valori giornalieri rilevati,

di norma alle ore 8.00 di ciascun giorno, compresa la quantità della precipitazione nevosa (HN).

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, www.provincia.bz.it, www.meteosuisse.ch, <http://www.zamg.ac.at/histalp/>, <http://www.cru.uea.ac.uk/data>, <http://www.arpa.veneto.it>), oppure dedotti da pubblicazioni (AAVV, 2015).

Le elaborazioni riguardanti il grado di pericolo valanghe nelle diverse aree sono state effettuate utilizzando i dati dei bollettini emessi dai Servizi Valanghe afferenti all'AINEVA e pubblicati sul sito 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/bollettini) e alcuni lavori recenti (es. Techel et al. 2016).

Per quanto riguarda 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 2021 inizia il 1° ottobre 2020 e termina il 30 settembre 2021, 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).

Il principale periodo di riferimento adottato è il trentennio 1991-2020, mentre 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 2011-2020.

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).

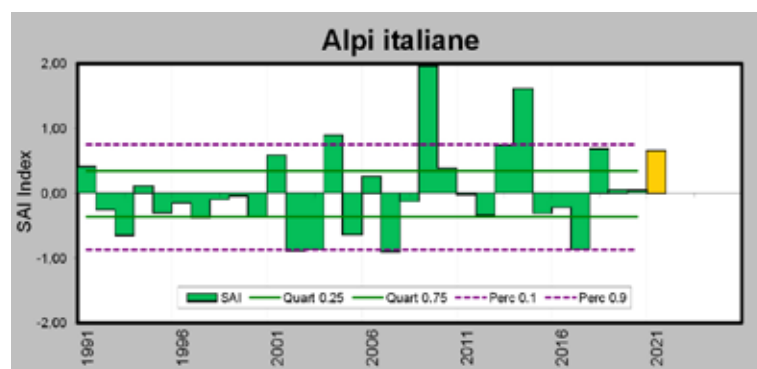
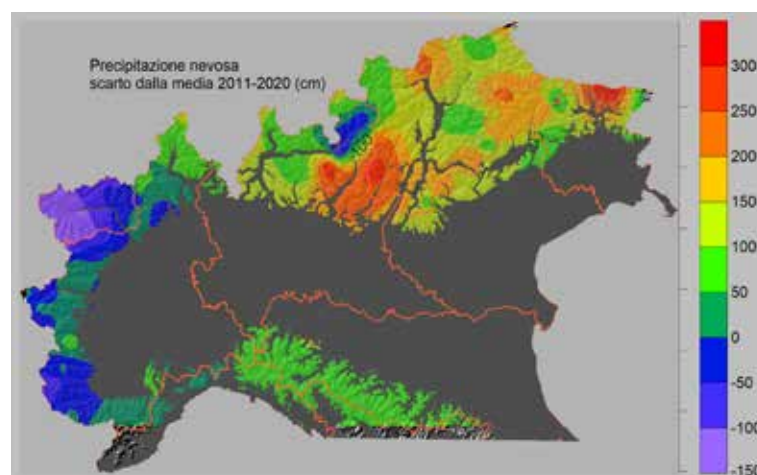
LA PRECIPITAZIONE NEVOSA E LA NEVE AL SUOLO

La stagione invernale è stata caratterizzata da un diverso innevamento fra le Alpi orientali e quelle occidentali. In Figura 1 è possibile osservare il diverso innevamento, espresso come scarto in cm dai valori recenti (2011-2020). Tutto il settore occidentale è caratterizzato da un minor quantitativo di precipitazione nevosa rispetto al resto delle Alpi.

L'indice SAI del cumulo di neve fresca (HN) dell'inverno 2020-2021, calcolato per tutte le Alpi meridionali sul periodo dicembre-aprile, è risultato oltre norma ($HN_{SAI} = +0,66$) (Fig. 2). La parte occidentale (Liguria- Piemonte- Valle d'Aosta), seppur con meno neve della media, è risultata nella norma $HN_{SAI} = -0,26$ mentre, sia la parte centrale (Lombardia- Trentino Alto Adige destra Adige) che la parte orientale delle Alpi (Trentino Alto Adige sinistra Adige – Veneto- Friuli Venezia-Giulia), la quantità di precipitazione è stata "evento raro", oltre il 3° quartile, rispettivamente con un $HN_{SAI} = +1,03$ e $HN_{SAI} = +1,2$.

Fig. 1 - Mappa del nord Italia con spazializzato il cumulo di neve fresca stagionale (cm) espresso come scarto dal valore medio del periodo 2011-2020.

Fig. 2 - Istogramma del valore dello SAI Index del cumulo di neve fresca delle Alpi italiane, calcolato sulla media 1991-2020.



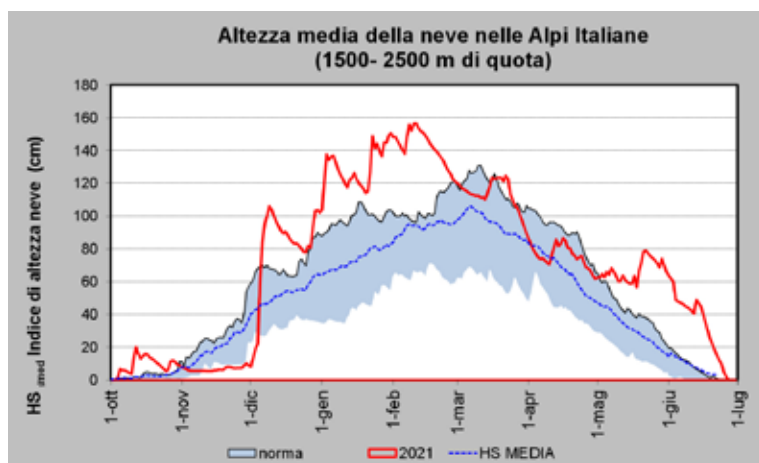
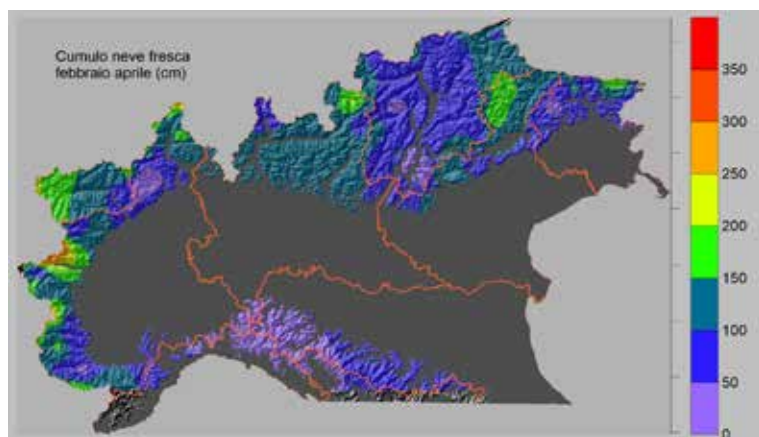
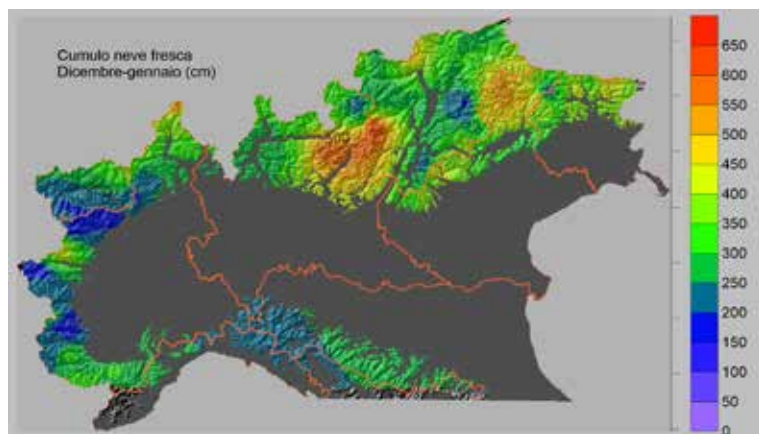


Fig. 3 - Spazializzazione del cumulo di neve fresca del periodo dicembre e gennaio (cm).

Fig. 4 - Spazializzazione del cumulo di neve fresca del periodo febbraio-aprile (cm).

Fig. 5 - Altezza media del manto nevoso per le Alpi italiane espresso come indice HSImed.

ANDAMENTO GENERALE

Le prime nevicate della stagione invernale sono state nel mese di ottobre, con alcuni episodi che hanno determinato una neve sciabile fino a 2000 m di quota in molti settori delle Alpi. Al fresco mese di ottobre è seguito un mite mese di novembre che ha determinato la generale scomparsa delle precoci nevicate su quasi tutti i pendii, eccetto quelli in ombra e con buon riparo orografico invernale.

Nella prima decade del mese di dicembre, intense nevicate hanno interessato le Alpi, soprattutto quelle centro-orientali, con neve fino a bassa quota. La neve è comparsa anche sull'Appennino settentrionale fino a 200-400 m di quota. Gli apporti nevosi nelle Alpi orientali raggiungono

anche i 250 cm a 2200 m di nelle zone più settentrionali e i 130-150 cm nei fondovalle (1200 m).

La particolarità di questo primo evento è che la neve è arrivata fino a fondovalle, dando un aspetto invernale anche alla fascia prealpina e parzialmente alla pianura. Dopo un episodio nevoso la sera della vigilia di Natale, lunedì 28 dicembre un nuovo sistema frontale, annesso alla profonda depressione, interessa le Alpi determinando nuove nevicate anche a bassa quota; la neve ricompare di nuovo nella Pianura Padana. Anche in questo episodio le nevicate sono più intense nelle Alpi centro-orientali e in particolare la Val d'Adige, sulle Dolomiti e in Carnia. Ad esempio, vengono misurati 50 cm di neve fresca a Trento, 40 cm a Tolmezzo e 25 cm a Belluno.

L'inizio del 2021, è caratterizzato ancora da intense nevicate sulle Alpi e sugli Appennini. Il limite neve/pioggia è inizialmente basso, con neve molto soffice per poi risalire a 500-700 m di quota.

Nella seconda decade di gennaio le nevicate interessano soprattutto gli Appennini: la neve arriva a quote collinari, sia sull'Appennino Ligure che tra il Lazio e la Campania, mentre a quote intorno ai 700/1000 metri sulla Calabria e la Sicilia.

Un nuovo intenso episodio si verifica dal 21 al 23 gennaio con precipitazioni forti e diffuse sia sulle Alpi che sugli Appennini; il limite delle nevicate è molto variabile, fra 900 e 1300 m di quota, temporaneamente anche a 1600 m, con neve molto umida, per scendere a fine evento ben al di sotto dei 1000 m.

Nella terza decade di gennaio si registra una forte attività valanghiva in Valle d'Aosta. La nuova neve va ad appoggiarsi sulla poca neve al suolo che si è trasformata con le basse temperature di metà dicembre e di gennaio ed è diventata instabile se sovraccaricata, in questo caso dalla nevicata. In questa decade nevica molto sull'Appennino Tosco-Emiliano sopra i 1300 m e sulle Alpi orientali (50-80 cm nei fondovalle delle Dolomiti), dove gli spessori di neve al suolo (HS) sono superiori agli inverni nevosi del 2009 e del 2014.

In Figura 3 è spazializzato il cumulo di neve fresca nei mesi di dicembre e gennaio dove le zone tendenti al colore rosso sono le più nevose.

Fra il 5 e il 15 di febbraio, alcune perturbazioni interessano in modo differenziato le Alpi e gli Appennini. La prima perturbazione richiama aria molto mite e carica di sabbia sahariana che determinerà "nevicate rosse", soprattutto in Piemonte e in Valle d'Aosta. Nel corso dei mesi successivi, su questo strato di "neve rossa" verranno osservati molti distacchi di valanghe, sia provocate che spontanee. Il 10 e 11 febbraio la neve arriverà ancora a bassa quota ma con deboli apporti. Fra il 13 e il 15 di febbraio

le giornate sono belle e molto fredde sulle Alpi, mentre una perturbazione interessa gli Appennini con nevicate anche sul litorale jonico, da Crotone a Catanzaro e sui monti attorno a Palermo.

L'alta pressione, instaurata poi nella terza decade di febbraio, insiste anche nei primi giorni di marzo determinando temperature molto miti e importanti fenomeni di fusione del manto nevoso e con molte valanghe da slittamento attive e in movimento. Il 6 marzo vengono osservate deboli precipitazioni sparse, mentre la perturbazione del 10 marzo riporta la neve fino a 1000 m di quota. Anche il giorno 14 nevica debolmente oltre i 700-1000 m; in Germania la neve arriva a bassa quota creando notevoli disagi a tutta la popolazione. Il tempo è anche ventoso e gelido, per l'abbassamento delle temperature dovuto al flusso di aria polare.

Tra il 18 e il 19 marzo l'avvezione d'aria fredda in quota e la maggiore ciclonicità determinano tempo in parte instabile sulle Alpi con rovesci nevosi in quota e anche un nuovo episodio di "neve rossa".

Il tempo migliora in modo deciso dopo il 25 di marzo con forte innalzamento della temperatura, che porta alla fusione del manto nevoso e riduzione importante degli spessori e dell'estensione della copertura nevosa.

Fra il 3 il 7 aprile, mentre sulle Alpi è generalmente bel tempo, sul versante adriatico transita una saccatura di aria polare che determina precipitazioni nelle zone collinari sugli Appennini e neve a bassa quota in Friuli Venezia Giulia (neve a Trieste e su tutto il Carso).

Dal giorno 11 inizia un nuovo periodo perturbato su tutte le Alpi, con molti episodi di pioggia fino oltre i 1800 (12 e 13 aprile) alternate a nevicate fino a 600 m (il 13, il 15 aprile).

Il successivo miglioramento del tempo è anche accompagnato da un abbassamento delle temperature: da ora in poi le temperature saranno quasi sempre al di sotto della norma fino al termine del mese di maggio.

Il 22 aprile il tempo migliora le temperature aumentano. Il manto nevoso in questo periodo è caratterizzato dalla presenza di croste da fusione e rigelo sempre più diffuse, con singole valanghe spontanee di neve bagnata. Il 26 aprile piove fino a 1900-2200 m di quota e il manto nevoso si umidifica molto, specie in superficie. Pioggia fino in quota (oltre i 2500 m) anche il 29 e i 30 aprile.

In Figura 4 è spazializzato il cumulo di neve fresca nei mesi di febbraio ad aprile quando gli apporti sono stati inferiori rispetto ai mesi precedenti (vedere Fig.3).

Il mese di maggio è stato freddo e caratterizzato da diverse le giornate con brutto tempo: piogge e nevicate in alta quota. Oltre i 2700 m lo spessore della neve al suolo è aumentato fino alla terza decade del mese. Al di sotto

dei 2500 m la fusione è stata importante, anche lungo i versanti in ombra.

L'indice di spessore medio della neve al suolo ($I-HS_{med}$) delle Alpi italiane (Fig. 5) evidenzia chiaramente l'andamento stagionale sull'arco alpino italiano, con le diverse nevicate e gli episodi di fusione.

TEMPERATURA DELL'ARIA IN MONTAGNA

La temperatura della stagione invernale, nel suo periodo da dicembre ad aprile (DJFMA), è stata nella norma (+0,3 °C) (Fig. 6), ma caratterizzata da periodi molto freddi alternati ad altri molto miti. Già il mese di novembre, senza neve, è stato uno dei più caldi dal 1990 ad oggi. Il mese di dicembre è stato nella norma, ma con la prima

Fig. 6 - Temperatura media in quota delle Alpi calcolata sulle base di 20 stazioni di riferimento, periodo dicembre-aprile.

Fig. 7 - Temperatura media in quota delle Alpi calcolata sulle base di 20 stazioni di riferimento, periodo marzo-aprile.

Fig.8 - Durata media della neve al suolo nel periodo dicembre-aprile sulle Alpi italiane oltre i 1500 m di quota. Scarto in giorni dal valore medio 1991-2020.

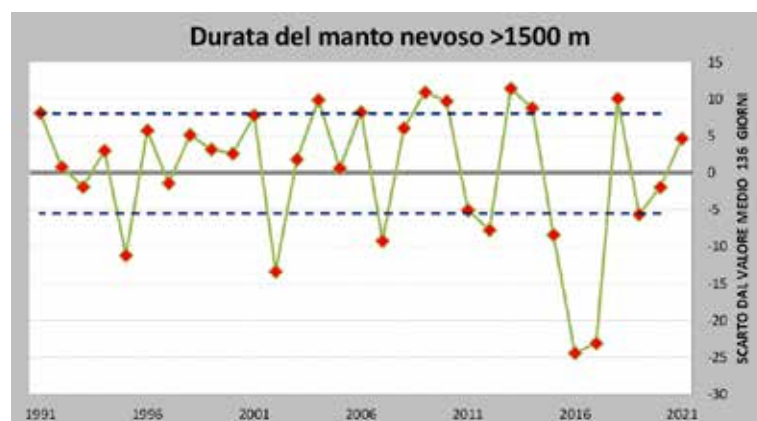
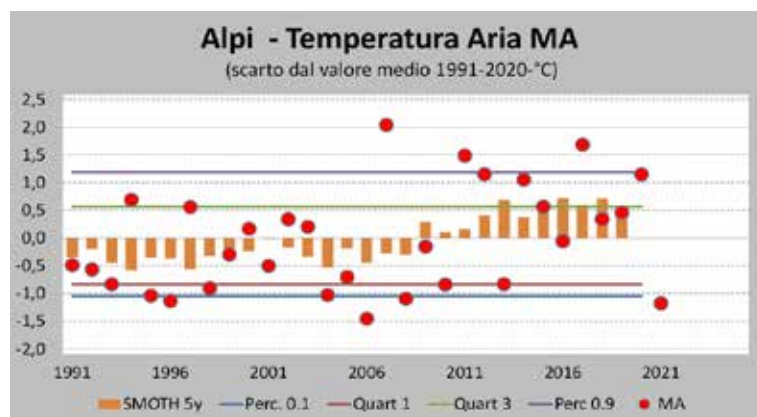
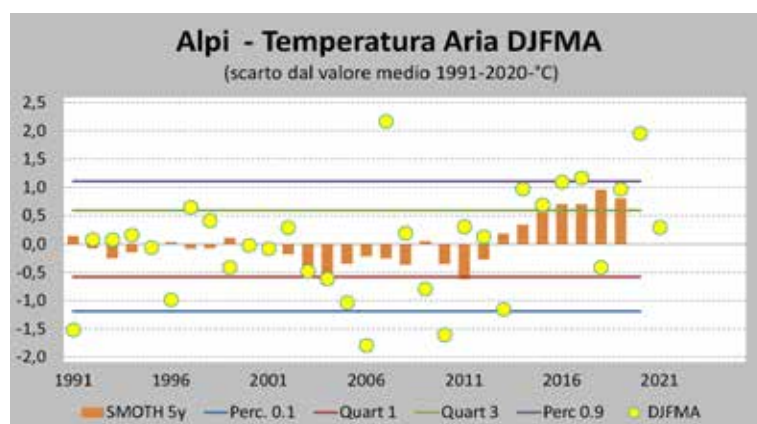


Fig.9 - Durata media della neve al suolo nel periodo dicembre-aprile sulle Alpi italiane nella fascia altimetrica fra gli 800 e i 1500 m di quota. Scarto in giorni dal valore medio 1991-2020.

Fig.10 - Immagini da satellite MODIS - sensore Terra. La neve è rappresentata con la combinazione RGB delle bande 7,8 e 2 che rende la neve color blu.

e terza decade molto fredde. Il mese di gennaio è stato freddo ma con la terza decade nella norma. Il mese di febbraio è stato molto mite, soprattutto nella terza decade. Questo andamento altalenante ha determinato una temperatura media nella norma per il periodo da dicembre a febbraio (DJF) (Fig. 6).

Il mese di marzo è stato nella norma, anche se contraddistinto dal periodo con le temperature più basse della stagione invernale e da un periodo estremamente caldo a

fine mese. E' seguito un mese di aprile ancora molto freddo che determinerà, per i 2 mesi (MA), una temperatura in quota al di sotto dello 0.1 percentile (evento raro) (Fig. 7). Il mese di maggio sarà ancora fresco, con la maggior parte delle giornate in quota al di sotto dei valori nella norma.

DURATA ED ESTENSIONE DEL MANTO NEVOSO NELLE ALPI

Le abbondanti nevicate, fino a bassa quota, del mese di dicembre nelle Alpi centro orientali e le basse temperature primaverili hanno contribuito a mantenere per lungo tempo una estesa copertura nevosa sulle Alpi.

Nella fascia altimetrica oltre i 1500 m di quota (Fig. 8), la durata del manto nevoso è stata nella norma (+ 5 giornate rispetto alla media), con una differenziazione fra le Alpi orientali con +11 giorni e quelle occidentali con +1 giorno. Nella fascia altimetrica 800-1500 m il manto nevoso è durato ben 26 giorni in più (Fig. 9). (+27 nelle Alpi orientali, +22 in quelle occidentali). Questa situazione è tipica di tutti gli inverni nevosi.

Il generale minor innevamento delle Alpi occidentali si è fatto sentire soprattutto nei mesi di marzo e aprile e il manto ne-

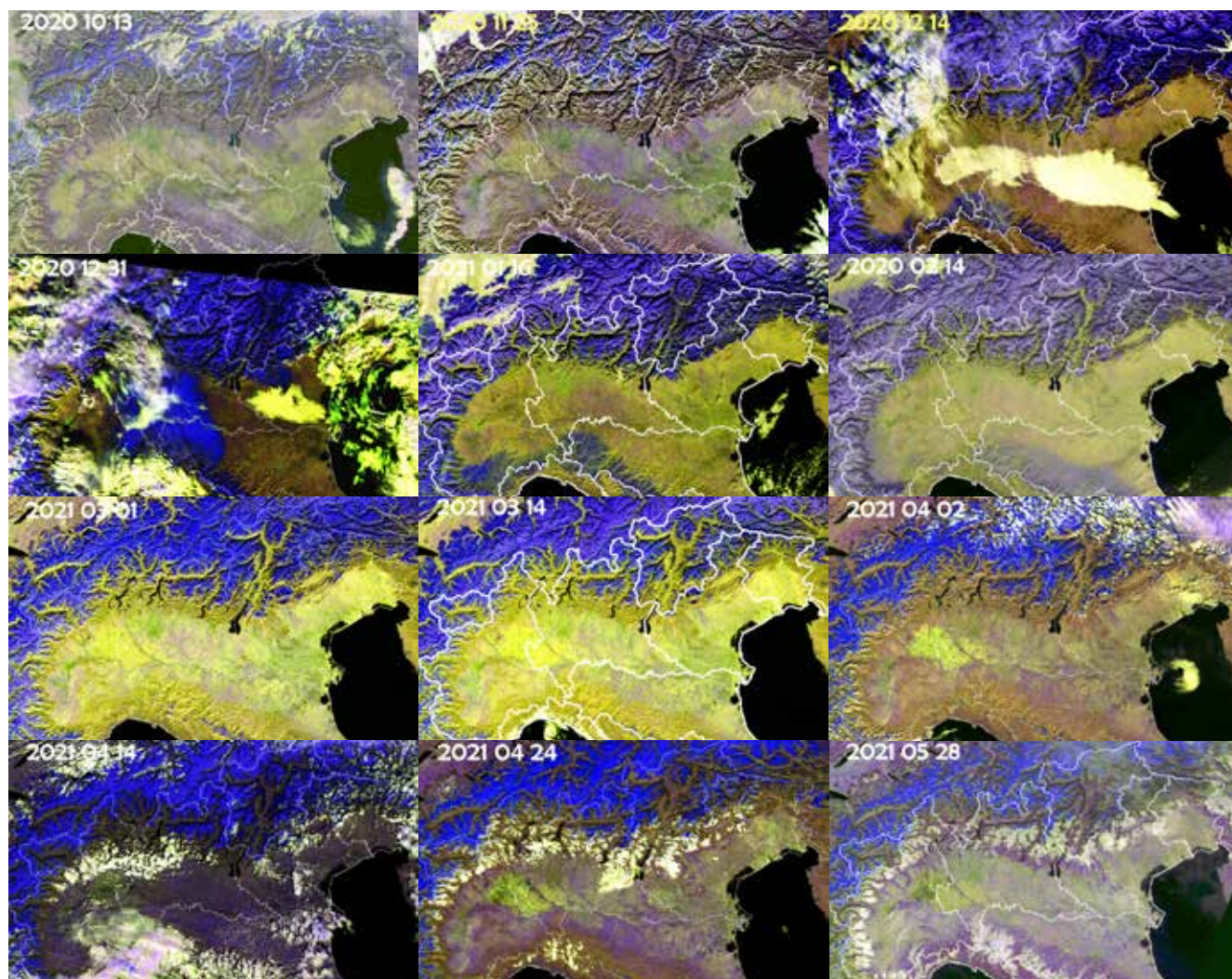
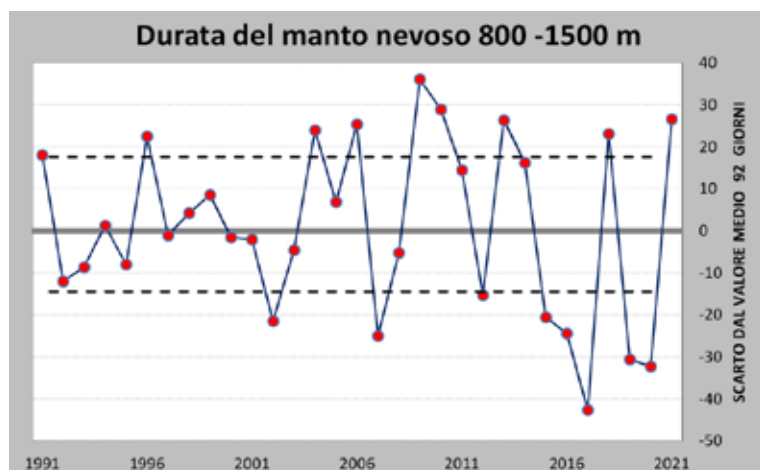




Fig.11 - Quota della neve sciabile (LAN) espresso come quota altimetrica dove il manto nevoso naturale rimane per almeno 100 giorni con uno spessore di 30 cm.

Fig.12 - Giornate con segnalazione di valanghe grandi e molto grandi come da registrazione sul modello AINEVA di osservazione MOD1.

Fig.13 - Istogramma del numero di morti in valanga per stagione invernale.

voso è durato 6-8 giorni in meno rispetto alla parte orientale. Questa situazione si è anche ripercossa sulla quota della neve sciabile, che è rimasta più elevata in Piemonte e Valle d'Aosta (circa a 1800 m) rispetto al Veneto e al Trentino (circa 1250 m).

Nelle immagini da satellite di Figura 10 è possibile apprezzare il diverso innevamento delle Alpi durante la stagione invernale.

QUOTA NEVE SCIABILE

La quota della neve sciabile (LAN) (Lateranser and Schneebeli, 2003; OECD, 2007) è stata condizionata dal diverso innevamento. Nel settore orientale la neve è stata molto abbondante nei fondovalle e quindi ha garantito un buon innevamento per la lunga stagione invernale.

La quota media risultante è stata di 1615 m, valore nella norma come la scorsa stagione invernale e un po' più basso del valore medio quinquennale (linea rossa nel grafico) (Fig. 11). Nel Triveneto la quota si è attestata sui 1215 m.

ATTIVITÀ VALANGHIVA GENERALE

L'attività valanghiva spontanea è stata principalmente concentrata in alcuni periodi della stagione invernale. Nella prima metà del mese di dicembre in seguito alle grandi nevicate, dalla terza decade di gennaio alla prima di febbraio sia durante l'episodio nevoso per instabilità della precipitazione sia per l'instabilità basale della neve nelle zone dove a dicembre c'era poca neve al suolo. In queste aree, specie in Valle d'Aosta, la neve vecchia è venuta a trovarsi quasi completamente trasformata in cristalli di brina di profondità ($F=DH$) che sono stati caricati dalla nuova neve, collassando e dando così origine alle grandi valanghe. Oltre a questo, nella prima decade di febbraio, la temporanea pioggia fino in quota, associata a deposizioni di sabbia sahariana, determina nuove condizioni di instabilità con grandi valanghe.

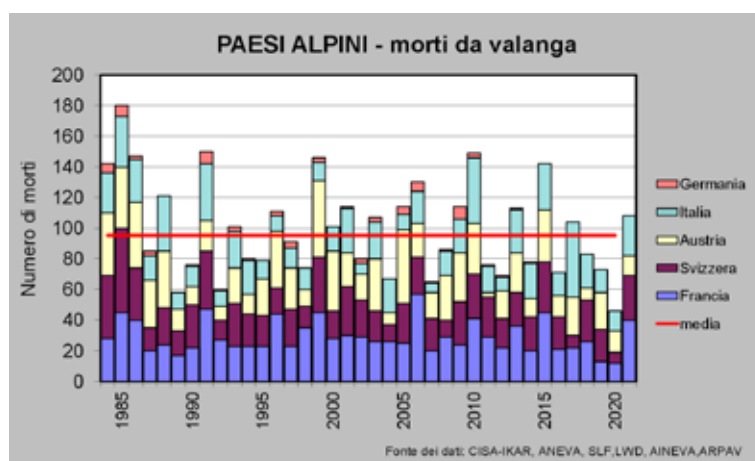
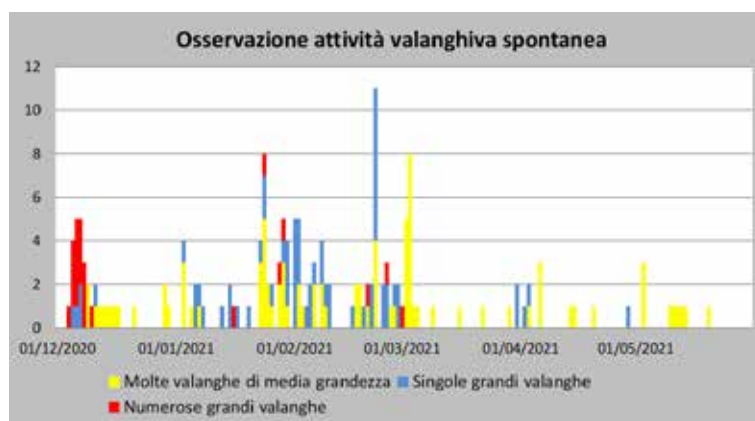
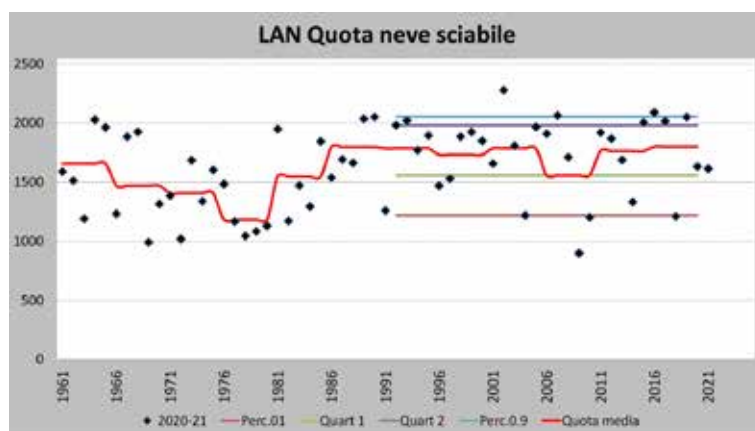


Fig. 14 - Morti in valanga nelle nazioni alpine nella stagione invernale 2020-21.

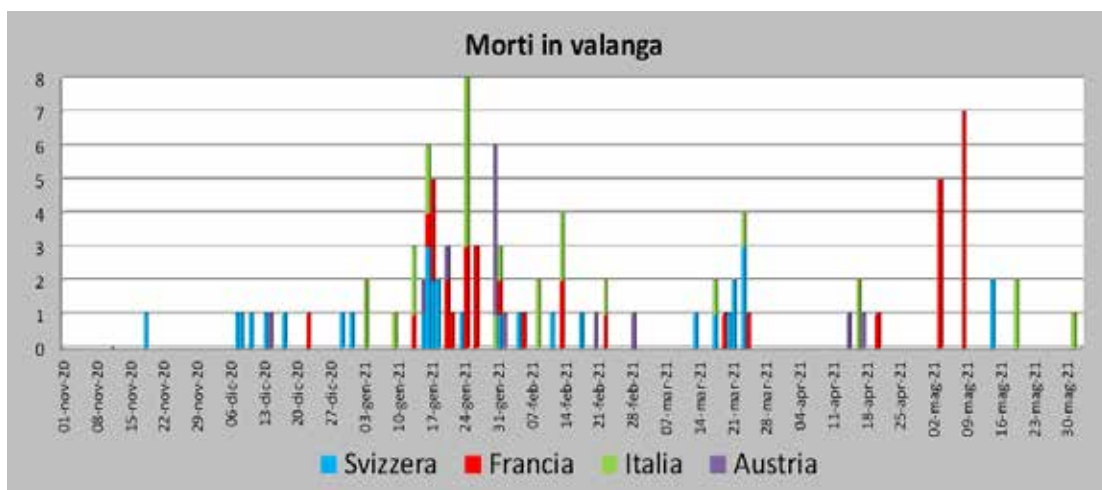
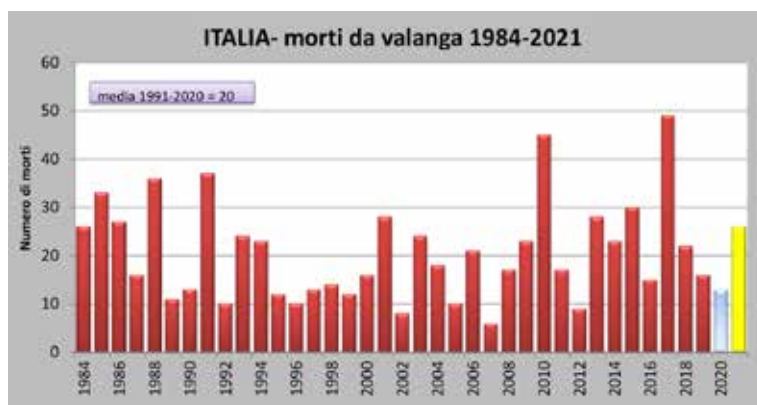


Fig. 15 - Morti in valanga in Italia.

Fig. 16 - Torta dell'uso del grado di pericolo valanghe nei bollettini AINEVA nella stagione invernale.

Fig. 17 - Utilizzo del grado di pericolo valanghe nella stagione invernale suddiviso per decade.



Infine, l'ultimo periodo con una intensa e importante attività valanghiva è legato alle miti temperature di fine febbraio-inizi di marzo (Fig. 12).

Periodi di minor durata dell'attività valanghiva sono avvenuti anche in occasione delle precipitazioni di inizio gennaio e metà aprile.

Per quando riguarda gli incidenti da valanga in Italia e sul resto delle Alpi, si osserva una concentrazione in alcuni periodi diversi dalla attività spontanea più imponente: il 14-15 dicembre con ben 6 incidenti, nel periodo 21 dicembre -1 gennaio con 11 incidenti e poi, a maggio.

INCIDENTI DA VALANGA

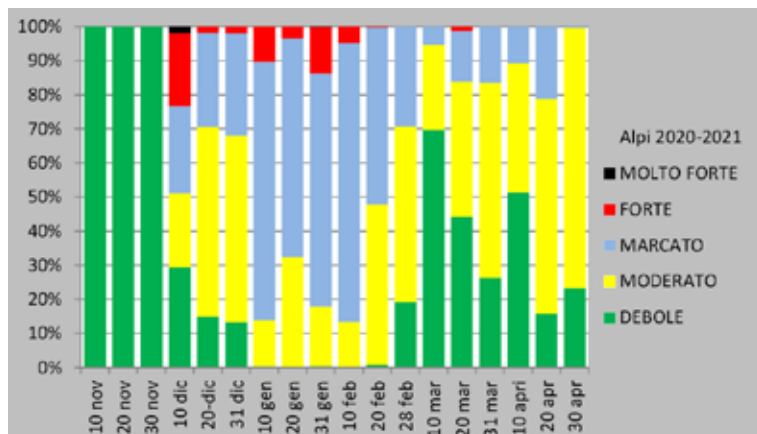
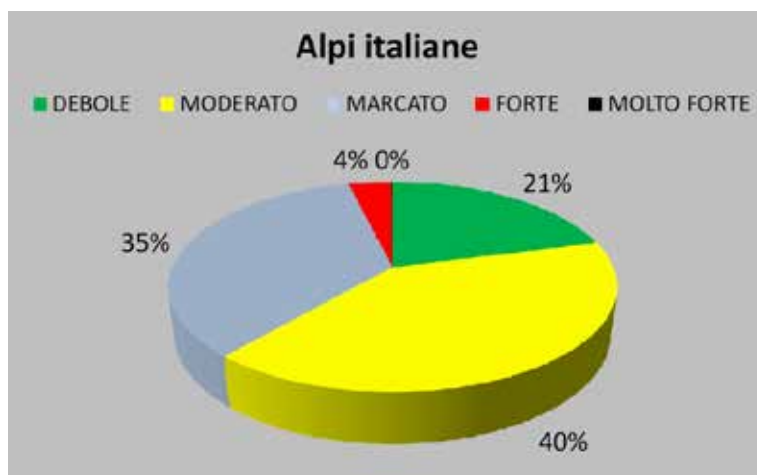
In questa stagione invernale, nelle nazioni alpine (compresi i dati dei Pirenei francesi e degli Appennini) sono decedute in valanga 111 persone, a fronte di una media di 95 (1991-2020) (Fig. 13). Il paese con più vittime è stata la Francia con 40, seguita della Svizzera con 32, dall'Italia con 26 e infine dall'Austria con sole, per fortuna, 13 vittime (dati al 31.07.2021).

Il periodo con il maggior numero di incidenti è stato nel mese di gennaio, fra il 13 e il 18 con 18 vittime e poi dal 20 al 26 gennaio con altre 16. Anche nel mese di maggio sono avvenuti molti incidenti con altre vittime, specie in Francia (Fig. 14).

In Italia, le vittime sono state ben 26 (media 20), 19 sci alpinisti, 6 alpinisti ed un escursionista con motoslitte (Fig. 15). Gli incidenti noti sono stati 80. L'incidente più grave è avvenuto sugli Appennini, al Monte Velino, con 4 morti, classificati nella categoria "Alpinisti".

GRADO DI PERICOLO VALANGHE E SITUAZIONI TIPICHE

Il grado di pericolo più utilizzato nella stagione invernale 2020-2021 sulle Alpi italiane è stato il "2-moderato" con il 40% dei casi, seguito dal "3-marcato" (35%) e dal "1-de-



bole" (21%). Nella prima decade del mese di dicembre in occasione delle forti nevicate nella Provincia di Belluno, in Valle di Fassa, nel Primiero, nelle Dolomiti di Sesto e nelle Alpi Carniche è stato utilizzato il grado "5- molto forte". Anche il 23 gennaio c'è stata una situazione da grado "5-molto forte" nel gruppo del Canin in occasione delle nevicate (Fig. 16).

Nella Figura 17 è raggruppato il grado di pericolo utilizzato in tutti i settori delle regioni alpine e parametrizzato a 1, per decade della stagione invernale. Nel mese di novembre, con la poca neve al suolo, il grado "1-debole" è stato dominante. Successivamente si può osservare l'utilizzo del grado "4-forte" in occasione dei periodi nevosi, con una importate rilevanza del grado "3-marcato" nei mesi di gennaio e febbraio. Nei mesi di marzo e aprile, i gradi più bassi della scala, risultano i più utilizzati.

Nelle immagini di Figura 18 è rappresentata la distribuzione del pericolo valanghe in diversi momenti della stagione invernale.

La situazione tipica da valanga maggiormente utilizzata nei bollettini valanghe, e quindi espressione della con-

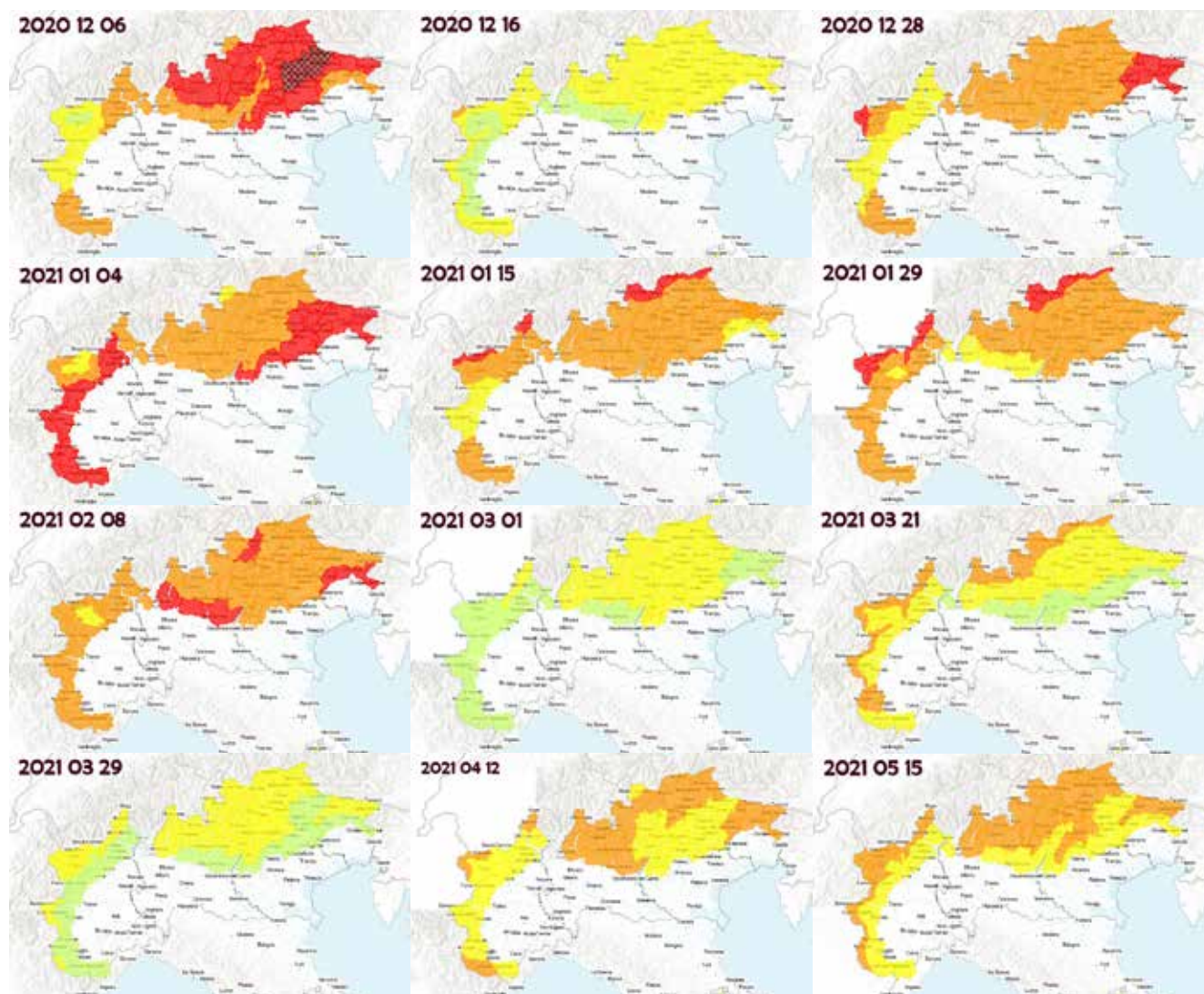
dizioni di pericolo e della instabilità del manto nevoso, è stata quella da "neve ventata" con il 51% dei casi, seguita da "neve bagnata" con il 17%, da "strati deboli persistenti" con il 14% ("neve vecchia" nei grafici per comodità di scrittura grafica), "neve fresca" con il 10%, "strati deboli persistenti" (neve vecchia) con il 8% e da "valanghe da slittamento" (glide) con il 10% (Fig. 19).

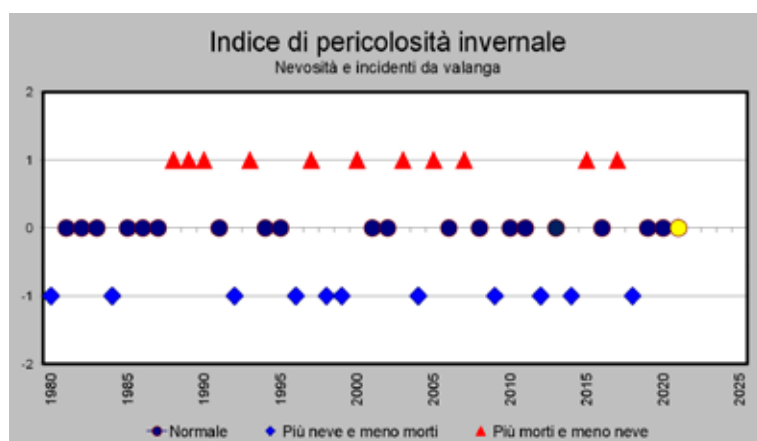
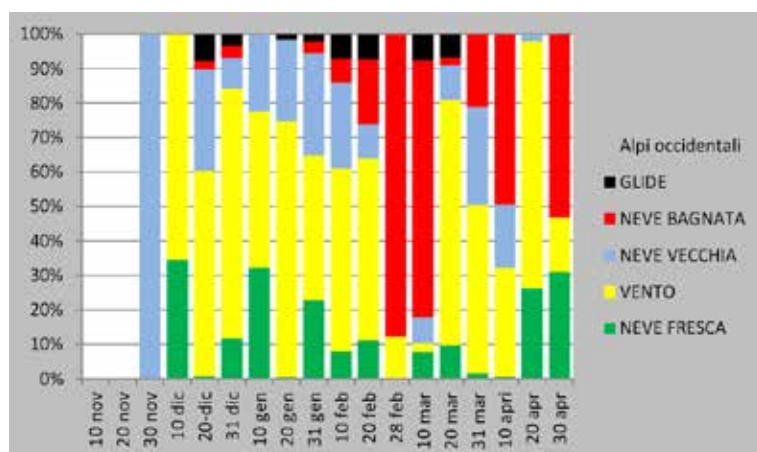
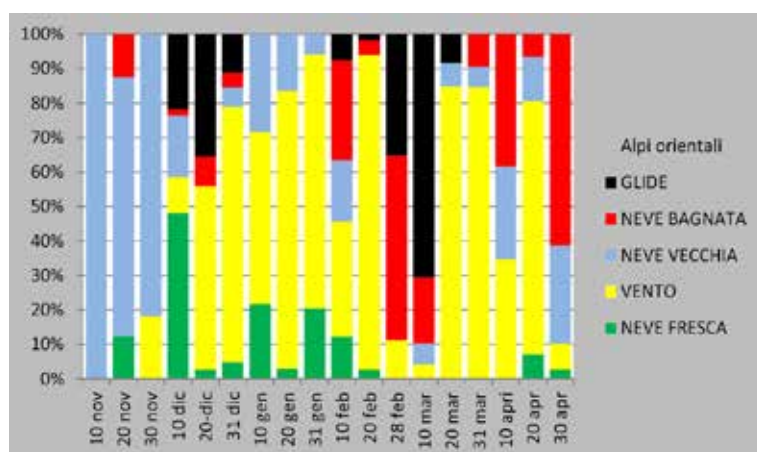
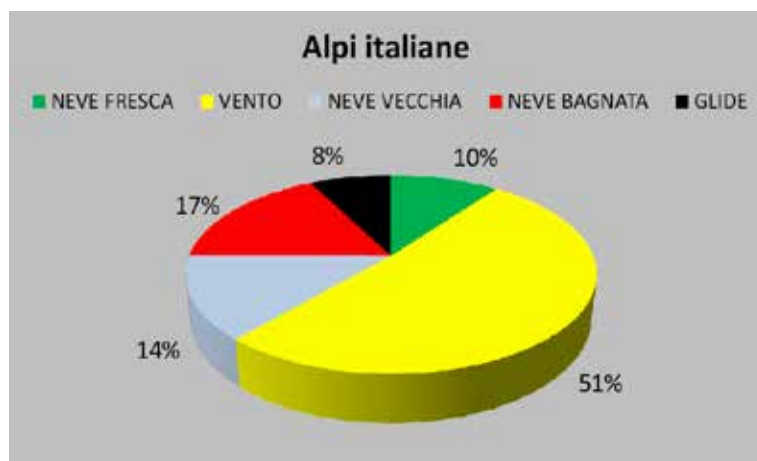
A livello generale, rispetto alla scorsa stagione invernale, c'è una maggior frequenza delle situazioni da "strati deboli persistenti" (neve vecchia) e una diminuzione delle situazioni da neve da slittamento (glide).

Nelle Alpi orientali (Fig. 20), la poca neve del mese di novembre, con grado di pericolo "1-debole", è stata descritta quasi sempre con situazioni pericolose date dagli "strati deboli persistenti".

Nella prima decade di dicembre la "neve fresca" è la situazione più presente inizia però ad essere importante anche quella dovuta alle "valanghe da slittamento" (glide), che poi persisterà per tutto il mese di dicembre. La situazione da "glide" è anche molto frequente nel periodo caldo di fine febbraio-inizi di marzo. Interessante anche la

Fig. 18 - Sito www.aineva.it. Mappe con il grado di pericolo valanghe giornaliero per alcune giornate significative della stagione invernale.





presenza di situazioni da "neve bagnata" la prima decade di febbraio, mese storicamente invernale ma in questa stagione molto "accaldato".

Nelle Alpi occidentali (Fig. 21), la situazione da "valanghe da slittamento" è stata meno frequente a causa degli spessori inferiori del manto nevoso. Le situazioni da "neve fresca" sono frequenti e presenti un po' in tutti i periodi. La situazione da "neve bagnata" è stata diffusa in occasione del caldo di fine febbraio –inizio di marzo.

NEVOSITÀ E INCIDENTI DA VALANGA-INDICE DI PERICOLOSITÀ

Per la terza stagione invernale consecutiva l'"indice di pericolosità della stagione invernale", che mette in relazione il numero di morti da valanga e l'innevamento (Valt e Cianfarra, 2015), è risultato "normale" ovvero a molta neve sono corrisposti anche molti incidenti da valanga. Questa è anche la situazione più frequente negli ultimi 30 anni (Fig. 22).



Nella pagina a fianco, dall'alto:
Fig.19 - Torta con l'utilizzo percentuale delle "situazioni tipiche da valanghe" nei bollettini durante la stagione invernale 2020-21.

Fig. 20 - Alpi orientali: utilizzo delle varie "situazioni tipiche da valanghe" nelle diverse decadi della stagione invernale.

Fig. 21 - Alpi occidentali: utilizzo delle varie "situazioni tipiche da valanghe" nelle diverse decadi della stagione invernale.

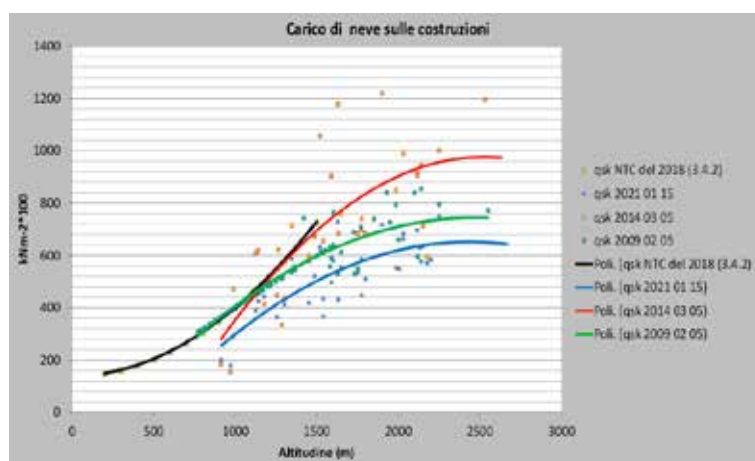
Fig. 22 - Indice di pericolosità della stagione invernale come relazione quantità di neve- numero di vittime in valanga.

CARICHI DI NEVE SUI TETTI

Durante la stagione invernale è emerso il problema dei carichi di neve sui tetti e infatti gli importanti spessori di neve al suolo, a fondovalle, hanno evidenziato alcune problematiche sulle coperture come già avvenuto nel novembre 2019 in quota, nel febbraio-marzo del 2014 e nel gennaio del 2009. Dal punto di vista normativo i valori di carico sono regolati dal Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti del 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». Al fine di verificare i carichi raggiunti nel corso del gennaio 2021, sono stati raggruppati una serie di dati misurati a terra, confrontati con i valori storici a disposizione e alle curve di carico della normativa. I valori raggiunti sulle Dolomiti in questa stagione sono stati inferiori ai carichi massimi ammessi dalla normativa, in funzione della quota e anche dei massimi raggiunti nel 2014 e 2009 (Fig. 23).

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano per il contributo nella raccolta dei dati in



campo e per aver messo a disposizione gli archivi: Uffici Valanghe afferenti all'AINEVA, il Corpo Nazionale del Soccorso Alpino e Speleologico (CNSAS), l'Alpin Verein Sudtiroil (AVS), il Servizio Valanghe Italiano (SVI/CAI), il Soccorso Alpino della Guardia di Finanza (SAGF), il Meteomont -Esercito e i Carabinieri Forestali del Corpo dell'Arma dei Carabinieri.

Fig. 23 - Curve di carico della neve sulle coperture nella stagione 2020-21 e di altre stagioni nevose e valori di riferimento.



NEVE in APPENNINO

di Mauro Valt

ARPAV-DRST-SNV

Centro Valanghe di Arabba,

Via Pradat 5 - Arabba

32020 Livinallongo del Col di Lana - BL (Italy)

mauro.valt@arpa.veneto.it

Paola Cianfarra

Università degli Studi di Genova

Dipartimento di Scienze della Terra,

dell'Ambiente e della Vita - DISTAV

Corso Europa 26, I-16132 Genova, Italy

Stefano Sofia

Regione Marche - Servizio

Protezione Civile, Centro Funzionale

Via del Colle Ameno, 5, 60126 Ancona

INVERNO 2020-2021

L'inverno 2020-2021 è stato caratterizzato da diversi episodi nevosi, da novembre ad aprile.

I diversi episodi sono stati intramezzati da periodi con temperature miti che hanno prodotto sempre una importante fusione del manto nevoso alle quote medio basse e trasformazione della neve in quota.

L'indice SAI del cumulo di neve fresca è risultato positivo e nella norma.

SNOW IN THE APENNINES - Winter 2020-2021

Winter 2020-2021 was characterised by frequent snowfalls, from November through April. Snowfalls alternated with periods of mild temperatures, which resulted in strong snowcover melting processes at average-low heights and snow transformation at high altitudes. The SAI index for new snow accumulation was positive and normal.

INTRODUZIONE

La catena degli Appennini si estende per oltre 1200 km, in una direzione NW-SE, dalle Alpi liguri fino in Calabria, con la parte centrale più elevata (Gran Sasso d'Italia 2914 m, Maiella 2795 m, Monte Vettore 2478 m, etc) incuneandosi in mezzo al mar Mediterraneo fra il mar Adriatico e il mar Tirreno.

In questo contesto geografico, con la catena aperta alle perturbazioni sud occidentali che interessano maggiormente il lato Tirrenico, a quelle continentali nord-orientali fredde che influenzano in modo deciso il lato adriatico, senza tralasciare i flussi nord occidentali con minimi depressionari sul Tirreno, è spesso complesso tracciare una descrizione semplice dell'andamento della stagione invernale poiché le differenze sono molte fra le montagne a latitudini settentrionali e quelle più meridionali e per la diversità fra il versante tirrenico e quello adriatico. La descrizione della meteorologia invernale e della neve del versante meridionale delle Alpi è molto più semplice. Per ricostruire un quadro generale di informazioni sulla nevosità della catena, sono stati consultati alcuni lavori

relativi a singole regioni come l'Emilia Romagna (Cacciamani e Tomozeiu, 2001; Govoni, Marletto, 2005; De Bellis et al., 2010), le Marche (Sofia et al. 2015) e il Molise. Per l'intera catena montuosa, dal punto di vista nivologico sono stati consultati alcuni lavori di meteorologia e climatologia (Fazzini et al. 2005, 2006), "La nevosità in Italia nel Quarantennio 1921-1960 (gelo, neve e manto nevoso)" di Gazzolo e Pinna (1973) e il resoconto della stagione invernale del 2015-2016 (Valt et al. 2016).

FONTE DEI DATI

I dati utilizzati sono di data base di reti di monitoraggio automatiche (AWS) per alcune regioni e di tipo tradizionale (MWS) per la maggior parte.

I dati di altezza neve (HS) utilizzati e provenienti dalle reti di stazioni nivometeorologiche automatiche sono valori medi giornalieri relativi alle 24 ore, mentre i dati di spessore della neve al suolo (HS) e della precipitazione nevosa (HN), misurati presso le stazioni di tipo tradizionale (Cagnati, 2003- Cap. II.1), sono relativi ai valori giornalieri rilevati, di norma, alle ore 8.00 di ciascun giorno.

Le banche dati consultate sono di alcune regioni (<http://dexter-smr.arpa.emr.it/Dexter>, www.arpa.piemonte.it, www.protezionecivile.marche.it), di presentazioni di alcuni autori (http://www.geologimarche.it/wp-content/uploads/2012/11/Fazzini_Idrogeologia2012_estratto.pdf), dati provenienti da comunicazioni personali (www.meteomolise.it, <http://marcopifferetti.altervista.org/>) e da alcuni bollettini valanghe dei Carabinieri Servizio Meteomont (<https://meteomont.carabinieri.it/home>).

CUMULO STAGIONALE DI NEVE FRESCA (SAI INDEX)

Per la determinazione dell'indice SAI (Giuffrida e Conte, 1989) del cumulo stagionale di neve fresca sono state utilizzati i dati di 35 stazioni di Piemonte, Liguria, Emilia Romagna, Molise, Umbria e Abruzzo. Non sono stati utilizzati i dati della Campania, Calabria e della Sicilia. L'indice elaborato sulla media di tutti i valori disponibili, periodo 1991-2021, per la stagione 2020-2021 (Fig. 1) evidenzia una stagione invernale nevosa nella norma (il valore è compreso fra il 1° e il 3° quartile).

ANDAMENTO GENERALE DELLA STAGIONE INVERNALE

Le prime nevicate della stagione invernale 2020-2021, sono avvenute fra il 19 e il 21 novembre, quando la discesa di una saccatura di aria polare continentale fredda, dalla Russia verso la penisola balcanica ed il medio Tirreno, ha portato alla formazione di una profonda depressione sul Tirreno centrale, con neve fino a 800 m in alcune zone.

Fig. 1 - Istogramma del valore dello SAI Index del cumulo di neve fresca delle Alpi italiane, calcolato sulla media 1991-2021.

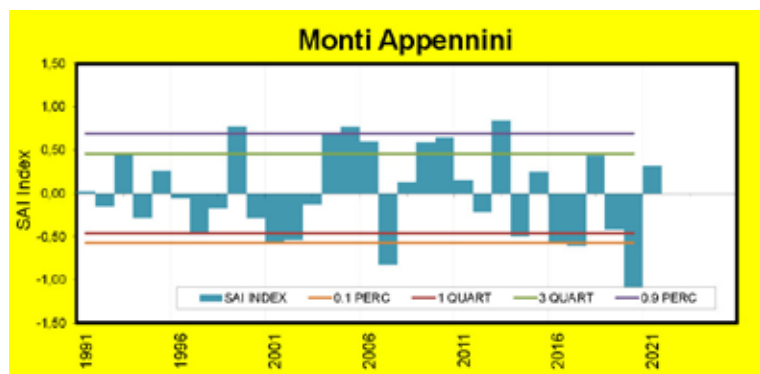


Fig. 2 - Immagini da satellite MODIS - sensore Terra del 18 dicembre 2020. La neve è rappresentata con la combinazione RGB delle bande 3, 6 e 7 che rende la neve color rosso. Sono ben visibili le cime innevate del Gran Sasso, Maiella, Monti della Laga e più a sud del Monte Miletto. La copertura nuvolosa copre il resto della catena.



Sono stati misurati 20 cm di neve fresca sull'Appennino Modenese, 10 cm a Capracotta il 21 novembre in seguito allo scivolamento verso sud della perturbazione.

Successivamente, nella prima decade del mese di dicembre, una serie di saccature atlantiche, con forti flussi sud occidentali, ha interessato sia le Alpi centro-orientali che gli Appennini. Gli apporti nevosi sono stati di 30-40 cm a 1500 in Liguria, 120-130 cm a 1500 m lungo l'Appennino Emiliano, 50 cm in quello Romagnolo, 20-30 cm nei Sibillini e 20-40 cm nella zona del Terminillo.

Successivamente il tempo è stato di tipo anticiclonico fino alla vigilia di Natale (Fig. 2 Immagine del 18 dicembre 2020).

Dal 24 dicembre, in seguito all'indebolimento della struttura anticiclonica e all'ingresso di una saccatura di aria artica proveniente dalla Scandinavia (durante l'inverno questa situazione avverrà in molte occasioni) che successivamente si unisce ad un'altra saccatura sull'Islanda, determina diffuse precipitazioni nevose, sia sulle Alpi che sugli Appennini. Dalla Liguria alla Basilicata e alla Calabria, vengono osservate intense precipitazioni con apporti di 30-50 cm a 1500 nell'Appennino centrale e di 50-80 cm in alcune località dell'Appennino Ligure-Emiliano (Fig. 3 Immagine del 31 dicembre).

L'inizio del 2021 è stato caratterizzato da intense nevicate sia sulle Alpi che sugli Appennini.

Una vasta area depressionaria, stazionaria presente sui paesi scandinavi, ha convogliato impulsi freddi in successione sull'Europa centro meridionale e sulla penisola italiana con diverse precipitazioni.

Fra il 1° e il 6 di gennaio, gli apporti nevosi sono maggiori nei primi giorni dell'anno sulle Alpi Liguri (60-70 cm di neve a 1500 m) e sull'Appennino Ligure ed emiliano con 100-120 cm in alcune località. Le precipitazioni si spostano, poi, maggiormente verso il centro Italia dove gli apporti nevosi maggiori, misurati la mattina del 6 di gennaio, sono di 30-50 cm di neve fresca in molte zone (Sibillini, Matese, Majella, Velino, Terminillo, Appennino Campano, etc.).

Fra il 9 e il 13 gennaio un nuovo episodio ha interessato soprattutto il centro Italia con neve sull'Appennino centrale dove il limite neve/pioggia, inizialmente a 900-1200 m, è sceso fino a 500 m di quota.

Nevica poco o niente in Liguria, mentre sull'Appennino Emiliano e Romagnolo, sull'Appennino Toscano e sulle Alpi Apuane gli apporti complessivi sono di 10-20 cm a 1500 m di quota, 30-40 cm sull'Appennino Umbro Marchigiano e sui Sibillini, 5-15 cm sul versante Laziale, 5-20 cm di neve fresca sul Gran Sasso e 1-10 cm nel Matese e in Basilicata (Fig. 4 Immagine del 16 gennaio 2021).

Deboli nevicate vengono osservate fra il 17 e il 18 gen-



Fig. 3 - Immagini da satellite MODIS - sensore Terra del 31 dicembre 2020. La neve è rappresentata con la combinazione RGB delle bande 3, 6 e 7 che rende la neve color rosso. Le nevicate hanno imbiancato la pianura Padana, l'Appennino Tosco Emiliano, Appennino centrale e, fra le nubi, si nota anche la cima dell'Etna con la neve.

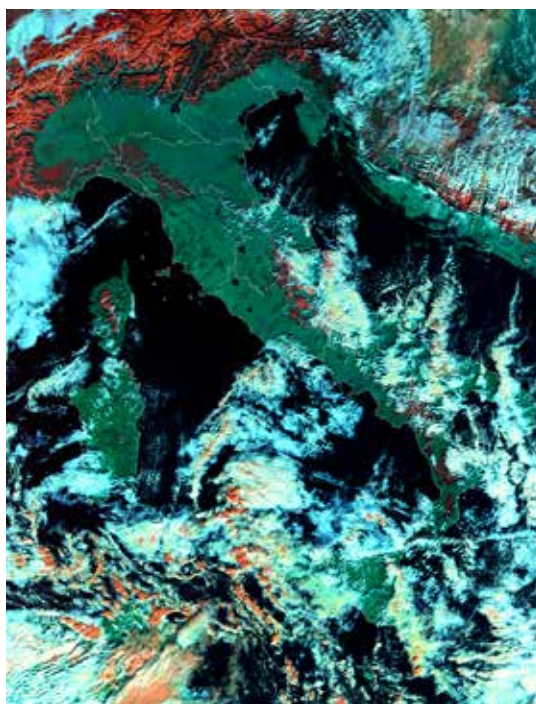


Fig. 4 - Immagini da satellite MODIS - sensore Terra del 16 gennaio 2021. La neve è rappresentata con la combinazione RGB delle bande 3, 6 e 7 che rende la neve color rosso. L'Appennino Ligure e Tosco Emiliano è ben visibile e innevato. Fra le nubi, si può osservare il buon innevamento dell'Appennino centrale e dei monti della Calabria. Un po' di neve anche su qualche cima in Sardegna e lungo il crinale della Corsica.

naio, determinate dalla discesa di una saccatura di aria polare con la formazione di un minimo depressionario sul Mediterraneo. Le precipitazioni sono deboli ma arrivano anche in zone collinari.

Fra il 22 e il 25 un nuovo episodio di diffuso mal tempo ha interessato l'Arco Alpino e gli Appennini. Una saccatura di aria polare scende dal nord atlantico determinando flussi occidentali ed estese precipitazioni. Il limite neve/pioggia oscilla molto fra i 400 e i 1200 m.

Gli apporti complessivi di neve fresca sono stati ridotti in Liguria, mentre sono di 30-60 cm a 1500 m in Emilia, 15-40 cm sull'Appennino Umbro Marchigiano, 50-80 cm

Fig. 5 - Immagini da satellite MODIS – sensore Terra del 27 gennaio 2021. La neve è rappresentata con la combinazione RGB delle bande 3, 6 e 7 che rende la neve color rosso. Tutta la catena dei Monti Appennini è ben innevata.



Fig. 6 - Immagini da satellite MODIS – sensore Terra del 28 febbraio 2021. La neve è rappresentata con la combinazione RGB delle bande 3, 6 e 7 che rende la neve color rosso. Le miti temperature del mese di febbraio e soprattutto della terza decade, hanno fuso gran parte del manto nevoso con conseguente importante riduzione della estensione della coperta nevosa.

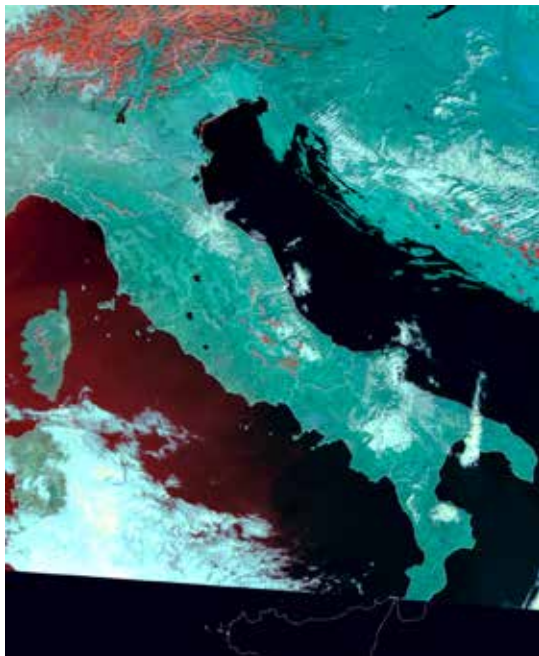
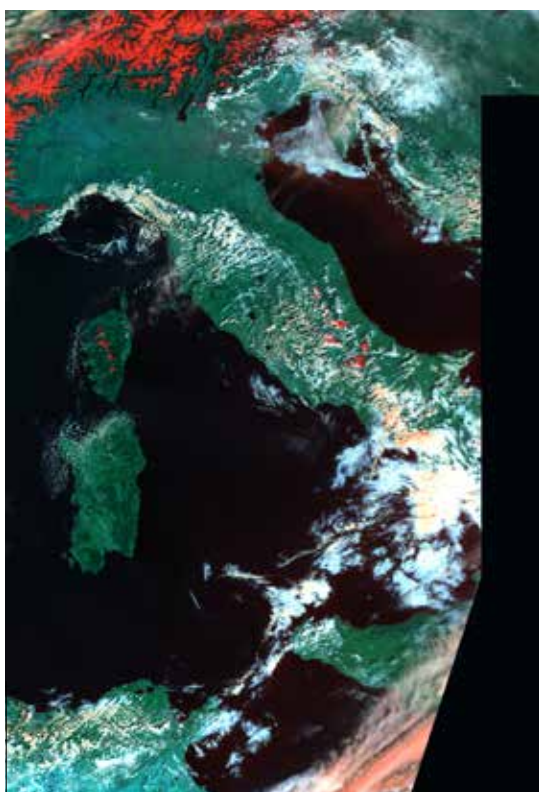


Fig. 7 - Immagini da satellite MODIS – sensore Terra del 13 marzo 2021. La neve è rappresentata con la combinazione RGB delle bande 3, 6 e 7 che rende la neve color rosso. Un fronte ha portato un po' di neve fra il 12 e il 13 di marzo. Le zone più in quota sono innevate.



nella parte centrale degli Appennini, 5 – 30 cm in Molise e 10-15 cm in Calabria a 1500 m. (Fig. 5 Immagine 31 gennaio 2021).

Fra il 5 e il 15 del mese di febbraio, alcune perturbazioni hanno interessato in modo molto differenziato le Alpi e gli Appennini. Infatti il primo fronte freddo che arriva a nord delle Alpi richiama aria molto mite e carica di sabbia sahariana che determinerà "neviccate rosse", soprattutto in Piemonte e Valle d'Aosta. Il 10 e 11 febbraio la neve arriverà ancora a bassa quota ma con deboli apporti. Fra il 13 e il 15 di febbraio, giornate molto fredde sulle Alpi, una perturbazione interessa gli Appennini centro meridionali, prima con aria dal nord atlantico e poi con aria fredda di origine Balcanica. Gli apporti misurati il 15 febbraio sono di 30 cm sulla Maiella a 800 m di quota; neve a bassa quota anche in Molise (25 cm a Camigliatello Silano), in Basilicata (20 cm a Lagonegro) e in Puglia (20 cm a Biccari). La nevicata ha interessato anche la Calabria, colpendo in particolare il litorale jonico da Crotone a Catanzaro.

A 1500 m, sull'Appennino calabro, fra il 14 e il 16 mattina, si misurano 40 cm di neve fresca e 7 cm sull'Appennino lucano. In Sicilia la neve arriva anche sui monti attorno a Palermo, da Pizzo Manolfo a Monte Cuccio.

Successivamente le temperature sono diminuite, specie nelle zone montane della Sila, arrivando a più di -10 °C. L'alta pressione che si è instaurata nella terza decade di febbraio, determinando una prima importante fusione del manto nevoso specie alle quote medio-basse (Fig. 6 Immagine 28 febbraio 2021), insiste ancora nei primi giorni di marzo e si indebolisce il 5 per l'arrivo di una saccatura atlantica, che si approfondisce sui Balcani, determinando un flusso freddo di aria balcanica sugli Appennini che determina iniziali deboli precipitazioni. In questo periodo il manto nevoso, un po' lungo tutta la catena, è formato da strati compatti e consolidati con croste da vento o da fusione e rigelo. Gli apporti nevosi sono di 5-10 cm lungo l'Appennino emiliano, con limite neve/pioggia a 1200 m, e 20-40 cm lungo l'Appennino Laziale, in Umbria e nel gruppo del Gran Sasso.

Fra il 12 e il 13 marzo il rapido passaggio di una linea frontale determina nuove deboli precipitazioni (Fig. 7 Immagine del 13 marzo 2021).

Il flusso occidentale si intensifica nella seconda decade, indebolendo il flusso di aria balcanica. Il 14 marzo una saccatura più profonda determina precipitazioni più intense lungo il versante Tirrenico e di debole intensità su quello Adriatico.

Successivamente il flusso diventa più settentrionale, determinando una avvezione fredda e precipitazioni lungo tutti gli Appennini.

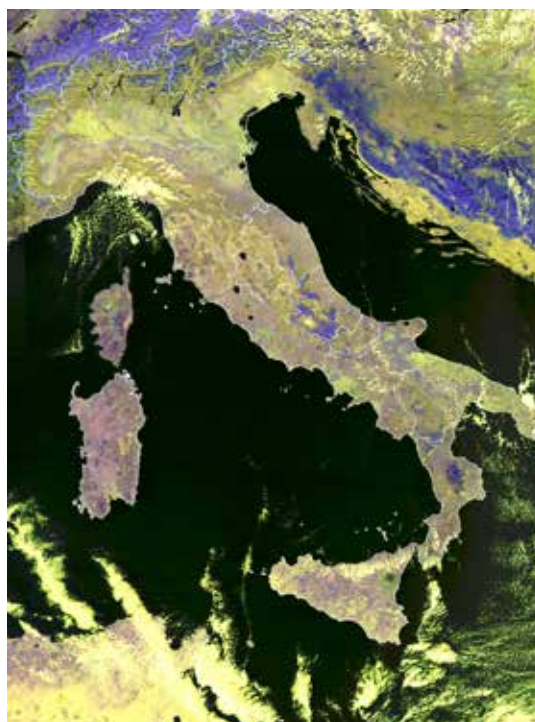
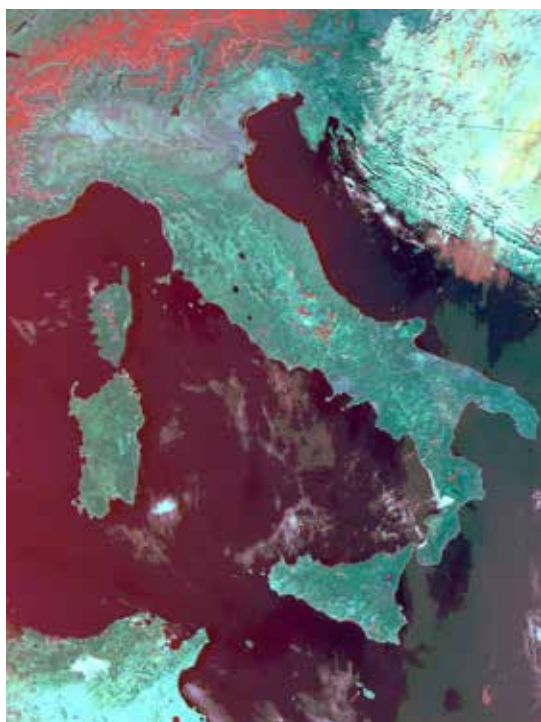


Fig. 8 - Immagini da satellite MODIS – sensore Terra del 30 marzo 2021. La neve è rappresentata con la combinazione RGB delle bande 3, 6 e 7 che rende la neve color rosso. Una bella immagine di tutta la penisola con le Alpi e gli Appennini innevati. Di particolare nota la neve nella Sila e sulle vette più alte della Sicilia.

Fig. 9 - Immagini da satellite MODIS – sensore Terra del 8 aprile 2021. La neve è rappresentata con la combinazione RGB delle bande 6, 7 e 2 che rende la neve color blu in questo caso. Le montagne del centro e sud Italia hanno una estesa copertura nevosa, specie in Calabria.

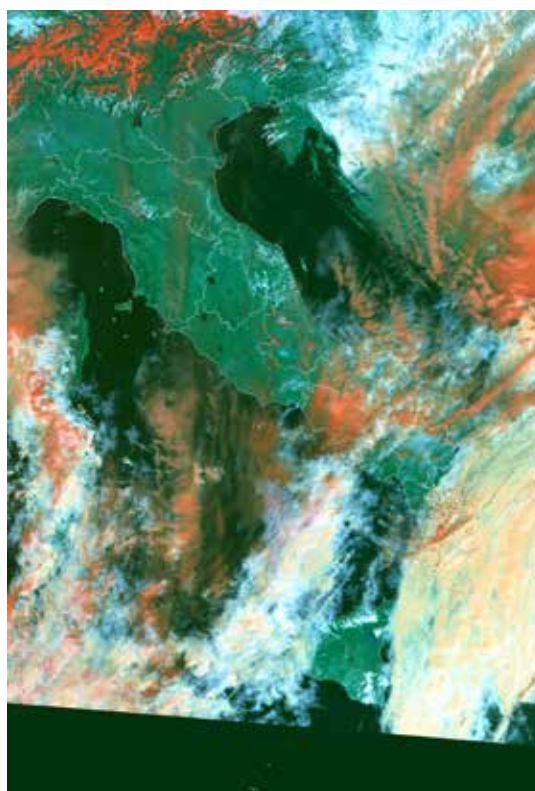


Fig.10 - Immagini da satellite MODIS – sensore Terra del 17 aprile 2021. La neve è rappresentata con la combinazione RGB delle bande 3, 6 e 7 che rende la neve color rosso. Si può osservare fra le nuvole, l'innevamento di metà di aprile della catena, con neve quasi assente nella parte più settentrionale.

Già il 17 marzo si misurano 10-15 cm di neve oltre i 1400 m di quota in Molise e in Calabria, il 18 marzo deboli nevicate si osservano lungo il settore romagnolo oltre i 600-700 m di quota, senza apporti consistenti; il 19 marzo nevica sul Monte Amiata. Gli apporti in generale sono di 10-15 cm di neve fresca.

Le nevicate del 19-23 marzo interessano ancora gli Appennini centrali e quelli meridionali. Nella zona del Gran Sasso, del Molise e della Calabria vengono misurati localmente anche 40-50 cm di neve fresca (48 cm a Camigliatello Silano, 46 cm a Pescasseroli, 45 a Bagnoli Irpino etc.). Dopo questo episodio si rafforza l'alta pressione con un graduale aumento delle temperature che porterà alla trasformazione e fusione del manto nevoso (Fig. 8 Immagine del 30 marzo 2021).

Le temperature miti proseguiranno anche nei primi giorni del mese di aprile.

Fra il 3 il 7 aprile, mentre sulle Alpi è generalmente bel tempo, sul versante adriatico transita una saccatura di aria polare che determina precipitazioni nelle zone collinari e montane fino a 600 m (6 aprile nelle Marche).

Gli apporti maggiori sono sull'Appennino romagnolo, sui Sibillini fino alla Laga. Sulle Alpi liguri si misurano 15-20 cm di neve fresca a 1500 m con neve fino a quote collinari, mentre sugli Appennini liguri la neve è solo sulle cime. Sull'Appennino emiliano e romagnolo gli apporti sono di 5-10 cm a 1500 m, tracce di neve sull'Appennino toscano con neve a 600 m nella parte più meridionale il 6 Aprile. Sull'Appennino umbro marchigiano settentrionale gli apporti sono di 5- 20 cm a 1500 m, come anche sui Sibillini, Molti della Laga e Gran Sasso.

Più a sud, vengono osservati 1-5 cm di neve nel Matese, sull'Appennino campano e lucano a 1500 m circa (Fig. 9 Immagine dell'8 aprile 2021).

Successivamente si instaurerà una certa variabilità con rovesci sparsi lungo tutta la catena.

Fra il 12 e il 13 aprile avvengono ancora deboli nevicate nell'Appennino emiliano, con apporti di 1-5 cm a lungo tutta la catena (10-15 cm a 1300 sull'Appennino calabro).

Fra il 14 e il 22 di aprile una nuova fase perturbata inte-

ressa sia le Alpi che gli Appennini, quando, ad una iniziale discesa di aria fredda continentale dalla Scandinavia, è seguito il generarsi di due distinte depressioni, una sui Balcani e una a nord delle Alpi, alimentate da impulsi freddi polari (Fig.10 Immagine del 17 aprile).

Le nevicate arrivano su tutti i settori degli Appennini, ma non con apporti consistenti.

Il 16 aprile nevica oltre i 700 m di quota in Liguria (1- 5 cm), nevica in Emilia, sul Monte Amiata (5-10 cm), sui Sibillini con apporti di 10-15 cm oltre i 1500 m di quota.

Il 19 di aprile si osservano pochi cm sull'Appennino lu-

cano, 15 cm nella zona del Terminillo. Queste saranno le ultime precipitazioni nevose della stagione invernale. Seguirà poi la fase di fusione, rallentata un po' dalle basse temperature di maggio.

CUMULO STAGIONALE DI NEVE FRESCA

La stagione è stata caratterizzata da diversi episodi di precipitazione nevosa, distribuiti in modo disomogeneo lungo la catena.

Nelle Figure 11,12,13,14 e 15 sono riportati, per quanto è

Fig. 11 - Spazializzazione dello scarto della quantità di neve fresca caduta nel mese di dicembre rispetto alla media recente disponibile. I valori della Sardegna non sono reali. La parte settentrionale ha un cumulo superiore alla media mentre al centro sud sono sotto la media.

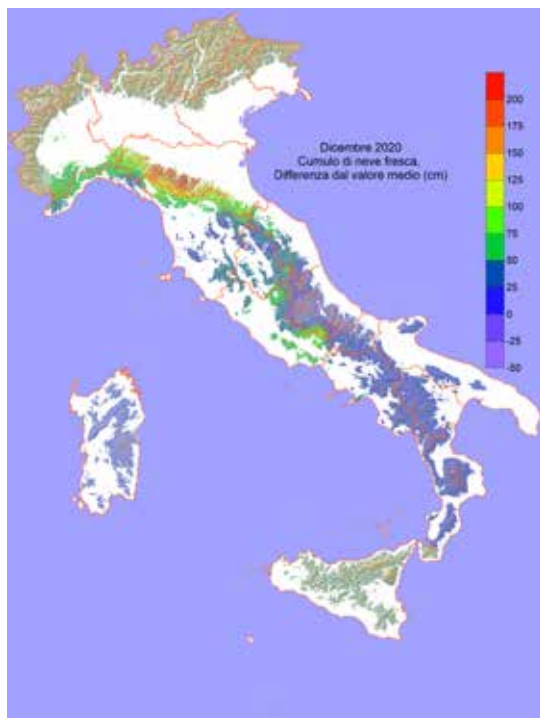


Fig. 12 - Spazializzazione dello scarto della quantità di neve fresca caduta nel mese di gennaio rispetto alla media recente disponibile. I valori della Sardegna non sono reali. La parte settentrionale ha un cumulo superiore alla media mentre al centro sud sono sotto la media.

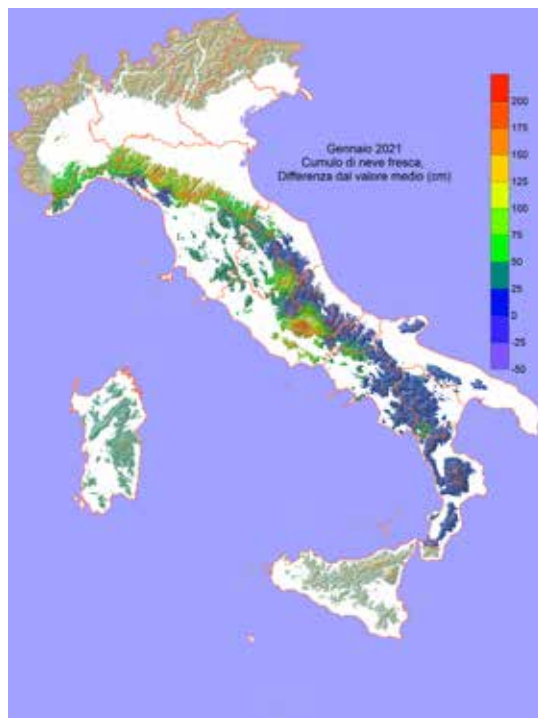


Fig. 13 - Spazializzazione dello scarto della quantità di neve fresca caduta nel mese di febbraio rispetto alla media recente disponibile. I valori della Sardegna non sono reali. Eccetto per qualche singola stazione per la neve caduta nella prima metà del mese, tutto il resto della catena è in deficit di neve.



Fig. 14 - Spazializzazione dello scarto della quantità di neve fresca caduta nel mese di marzo rispetto alla media recente disponibile. I valori della Sardegna non sono reali. Al nord la quantità di neve del mese è ben sotto il valore medio mentre a sud è oltre la media.



stato possibile ricostruire, gli scarti (più neve o meno neve in cm) dal valore medio 2011-2020 da dicembre ad aprile.

Il mese di dicembre è stato più nevoso lungo l'Appennino ligure, emiliano e laziale (Fig. 11).

Il mese di gennaio (Fig. 12) è stato caratterizzato da una maggior nevosità rispetto alla media recente, come sempre nella parte settentrionale della catena ma anche in quella centrale e laziale.

Il mese di febbraio, come sulle Alpi, è stato poco nevoso e caratterizzato da un deficit di precipitazione lungo tutta la catena. La zona del Gran Sasso d'Italia è risultata

vicina alla media (Fig. 13).

Il mese di marzo (Fig. 14) ha visto una scarsità di neve sulla parte più settentrionale degli Appennini, come capitato anche nelle Alpi, con qualche zona a ridosso della Pianura Padana nella norma e un centro e sud Italia con un buon innevamento.

Nel mese di aprile (Fig.15) le precipitazioni, pur arrivando a bassa quota, hanno visto apporti totali nella norma lungo tutta la catena montuosa.

Nella Figura 16 è spazializzato il cumulo stagionale di neve fresca per tutta la catena.

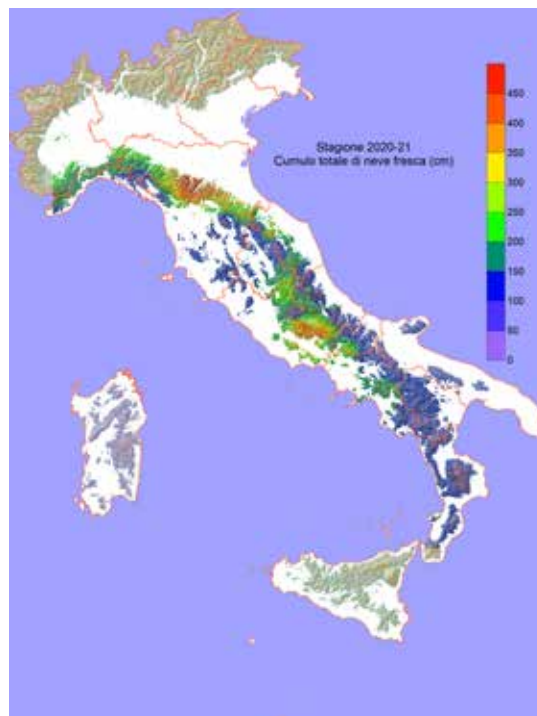
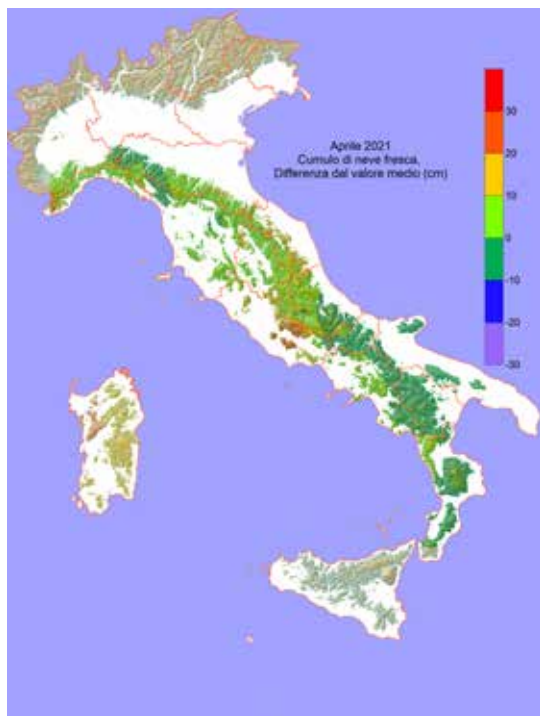


Fig. 15 - Spazializzazione dello scarto della quantità di neve fresca caduta nel mese di aprile rispetto alla media recente disponibile. I valori della Sardegna non sono reali. La quantità di neve caduta, è in linea con la media recente.

Fig. 16 - Spazializzazione della quantità di neve fresca caduta da dicembre ad aprile in cm. I valori della Sardegna non sono reali.

Bibliografia

- Cacciamani C., Tomozeiu R., 2001. Characteristics of the climate variability of Summer and Winter precipitation regimes in Emilia-Romagna. Quaderno tecnico n.2/2001. ARPA-SMR, Emilia-Romagna, Bologna, 14 pp.
- De Bellis A., Pavan V., Levizzani V., 2010. Climatologia e variabilità interannuale della neve sull'Appennino Emiliano Romagnolo. Quaderno Tecnico ARPA-SIMC n°19/2010, pag 118
- Fazzini M., Frustaci G., Giuffrida A., 2005. Snowfall analysis over peninsular Italy in relationship to the different types of synoptic circulation: first results. Croatian Meteorological Journal – The 28th conference on Alpine Meteorology (ICAM-MAP), 650-658
- Fazzini M., Magagnini L., Giuffrida A., Frustaci G., Di Liscandro M., Gaddo M., 2006. Nevosità in Italia negli ultimi 20 anni. Neve e Valanghe, 58, pag 22-33.
- Gazzolo T., Pinna M., 1973. La nevosità in Italia nel Quarantennio 1921-1960 (gelo, neve e manto nevoso). Ministero dei Lavori Pubblici, Consiglio Superiore, Servizio Idrografico. Pubblicazione n. 26 del Servizio. Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 216 pp.
- Giuffrida A., Conte M., 1989. Variations climatiques en Italie: tendencies des temperatures et des precipitations. Publ. Ass. Int. Climatologie, 2, 209-216.
- Govoni C., Marletto V., 2005. Evoluzione della nevosità in Emilia Romagna. Quaderno tecnico Arpa-Sim, n. 17-2005, Bologna, 38 pp.
- Sofia S., 2016. Rendiconto degli eventi valanghivi sui Sibillini per il periodo 2004-2016. 285 pp.
- Valt M., Cianfarra P. e S.Sofia. 2016. Il manto nevoso sull'Appennino. Neve e valanghe n.88, 22-25
- Valt M., Cianfarra P. e S.Sofia. 2017. Il manto nevoso sull'Appennino. Neve e valanghe n.88, 22-25

EVENTI

sulle montagne italiane nella stagione invernale 2020-2021

A cura dei
Servizi Valanghe AINEVA

SNOWFALLS AND AVALANCHES in the Italian mountains in the 2020-2021 winter season

Winter 2020-2021 was characterised by abundant snowfalls in December, just in time for Christmas holidays. Large snowfalls were measured between December and January in all the sectors of the Alps, with major avalanche dangers at local level.

High temperatures, above historical averages, and the presence of rainfalls at average-high altitudes, which are more and more frequent factors connected to current climate changes, resulted in snowcover melting with the formation of fractures and glide cracks that caused slab avalanches, difficult to forecast and also of large size.

Bulletins from avalanche offices, as shown in the following, show a more abundant snowcover and a longer winter season in the central-eastern sectors of the Alps as compared with the western sectors, where measured snowfalls in some cases were much lower than 30-year averages. Hiking in the snow covered mountains was much penalized and reduced, at least in the early year, due to restrictions to people travels and gatherings established by anti Covid-19 measures. The number of avalanche victims, 26 people, was however well above forty-year averages.

NEVOSI e VALANGHE

L'inverno 2020-2021 si è presentato in tempo per caratterizzare il mese di dicembre e colorare abbondantemente di bianco le festività natalizie. Anzi, proprio tra dicembre e gennaio si è registrato un discreto innevamento su tutti i settori delle Alpi e, localmente, con criticità valanghive significative.

Temperature a tratti elevate, oltre le medie storiche, ed il manifestarsi di precipitazioni piovose a quote medie-alte, fattori sempre più presenti e collegabili ai cambiamenti climatici in atto, hanno determinato, in alcuni settori, l'indebolimento dell'intero manto nevoso producendo fratture con formazione di "bocche di balena", poi sfociate in valanghe di fondo, difficilmente prevedibili e di dimensioni anche considerevoli.

I rapporti degli Uffici valanghe, che di seguito vengono presentati, evidenziano condizioni di innevamento e stagione invernale più lunga sui settori centro orientali delle Alpi rispetto ai settori occidentali, ove gli apporti sono stati localmente anche di molto inferiori alle medie trentennali.

La frequentazione degli ambiti innevati della montagna è stata molto penalizzata e ridotta, soprattutto nella parte iniziale per le norme restrittive sullo spostamento delle persone e gli assembramenti causa il perdurare della pandemia da Covid-19. Tuttavia, rappresentativo e ben oltre le medie quarantennali, è risultato il numero di vittime da valanga, 26 persone.

Alfredo Praolini



LEGGI ANCHE:

INCIDENTI DA VALANGA IN ITALIA

Stagione 2020-2021

S. Pivot





REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

Mauro Azzini

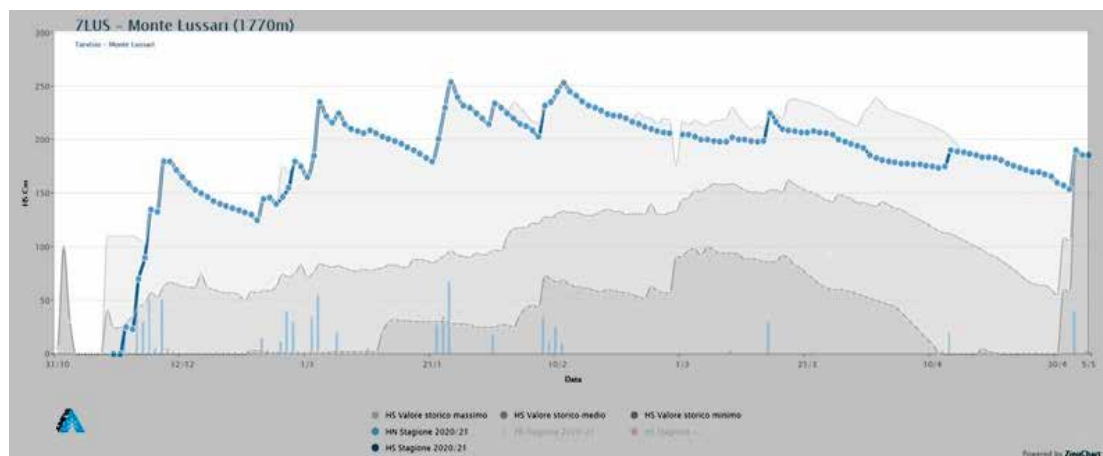
Struttura Stabile Centrale per l'attività
di prevenzione del rischio da valanga

STAGIONE INVERNALE 2020-2021

Quest'anno si è verificato un brusco cambiamento del tempo già nel mese di ottobre, più precisamente verso la seconda metà del mese con l'ingresso di una saccatura depressionaria proveniente dall'Atlantico settentrionale, che ha causato abbondanti piogge su tutta la regione, Bora sulla costa (fino a 100 km/ora a Trieste) e in montagna copiose nevicate (inizialmente solo oltre 1500 m), misurati in Carnia a 1800 m fino a 60 cm di neve fresca. Durante il mese di novembre la situazione è abbastanza tranquilla con periodi di cielo coperto con piogge in intensificazione e alcuni periodi di nevicate soprattutto nella zona delle Alpi Giulie. Con l'inizio dell'emissione dal 1° dicembre del bollettino valanghe con grado di pericolo 1 sulle Alpi e no snow sulle Prealpi, vi è un cambiamento del tempo per l'arrivo di una depressione atlantica che determina cielo coperto con deboli nevicate. Anche in pianura, nella parte alta di Trieste, si verifica il gelicidio e verso sera continua a nevicare sulla zona montana e nelle Valli del Natisone con accumuli di 20 cm. Segue

poi un breve miglioramento nel fine settimana tra 5 e 6 dicembre seguito da un'un'altra profonda depressione atlantica, accompagnata da correnti mediterranee umide. Nella zona montana le precipitazioni sono molto intense, meno sul Tarvisiano. La quota neve si innalza fino a 2000 m sulle Prealpi, attorno ai 1500 m circa sulle zone alpine più interne per poi scendere la domenica sera fino a 700 m in Carnia, con cumulati che localmente superano i 150 cm. Il giorno 7 dicembre vi è anche un episodio temporalesco, con grandinate, in alcune zone montane anche di neve pallottolare. Il giorno dopo vi è un peggioramento del tempo con precipitazioni intense e nevicate fino a fondo valle (300-400 m), con cumulati complessivi di neve fresca in Carnia e nel Tarvisiano di 80 cm, che provocano diverse interruzioni dei collegamenti stradali e delle linee elettriche. Verso la fine del mese abbiamo nuovi episodi di tempo perturbato con ulteriori precipitazioni nevose, specie a est, dove in genere nevicata oltre gli 800-1000 m, oltre i 600 m nel Tarvisiano con cumulati di 10 cm. Lunedì 20 un fronte atlantico porterà

Fig. 1 - Grafico altezza
neve Monte Lussari
Tarvisio (UD) 1770 m.



neve anche in pianura, con accumuli di alcuni centimetri a Udine, 25 cm sull'alta pianura e Pedemontana; sui monti nevica abbondantemente. Questa perturbazione porterà sulla zona montana accumuli fra 35-80 cm con notevoli disagi ed interruzioni stradali.

Dal 21 al 23 dicembre, dopo un periodo di freddo anche molto intenso, (-23°C a Fusine), nuove abbondanti precipitazioni accompagnate da forti venti interessano il settore montano soprattutto oltre i 1000/1200 m con valori di cumulata a fine episodio di 75 cm a Sappada, Piancavallo, e monte Zoncolan. Presso il rifugio Gilberti si registrano ben 160 cm di neve fresca. Dai primi giorni di gennaio si ha la netta sensazione che sarà un mese particolarmente abbondante per la neve, infatti già il 2 gennaio abbiamo delle precipitazioni via via più diffuse, con la neve già a Tolmezzo; a fine mese evento si misureranno fino a 65 cm di neve fresca in Carnia, a Piancavallo 10-40-cm, in

Valcellina oltre 70 cm in quota sulle Prealpi Carniche e 50 cm nel Tarvisiano, 90 cm al Rifugio Gilberti. Nel corso della nevicata verranno chiusi il Passo del Mauria, le strade per Sauris, Sappada e la Val Raccolana. Anche la settimana successiva si registrano altri 5-10 cm di neve fresca a partire dai 300 m e 15 cm in quota. Dopo queste neviccate abbondanti vi è una pausa dove il cielo torna sereno e come conseguenza abbiamo un abbassamento delle temperature minime con un picco di -23°C a Fusine. Nelle ultime due settimane del mese ci sono altri episodi con piogge sparse, in genere moderate, più abbondanti sulle Prealpi Giulie; nevica oltre gli 800 m in Carnia e 1000-1200 m sulle Alpi. Alla fine di questi eventi su Prealpi Carniche, Piancavallo e Carnia occidentale, si misurano 20-40 cm di neve fresca in quota, 5-10 cm nel Tarvisiano, 30 cm sul M. Canin. Alla fine dei vari eventi presso il rifugio Gilberti si registrano ben 160 cm di neve fresca (Figg.1 e 2).

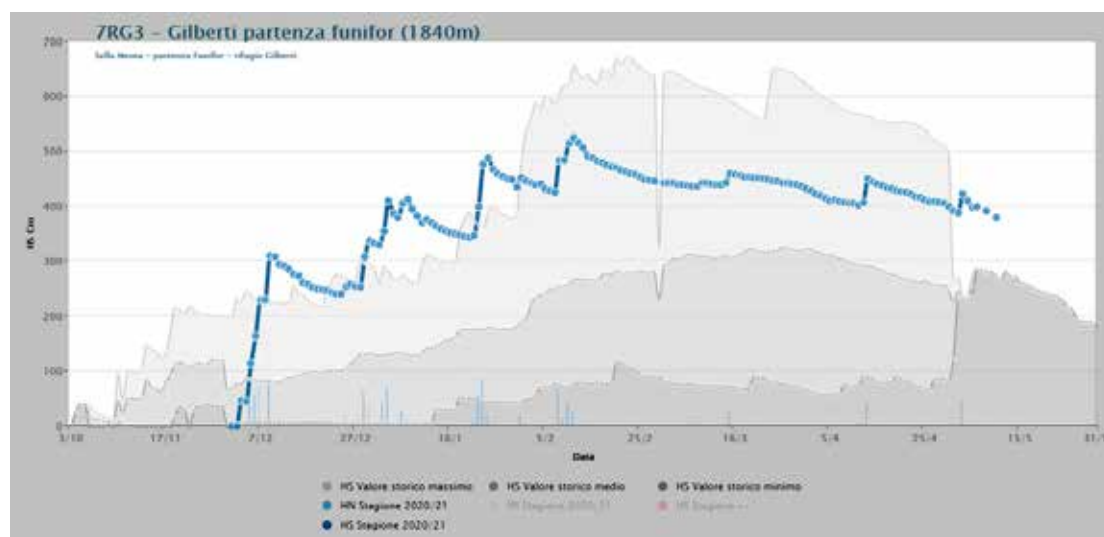


Fig. 2 - Grafico altezza neve Gilberti partenza Funiform Sella Nevea (UD) 1840 m.



Fig. 3 - Valanga caduta dal rio Montasio sulla strada Sp76 della Val Raccolana.

RELAZIONI

Il mese di febbraio è caratterizzato da situazione alterne da cielo sereno a cielo coperto con abbondanti piogge, e nevicate oltre gli 800 m (140 cm di cumulata al rifugio Gilberti). Piogge intense invece sulle Prealpi e fino a 1300 m circa anche sulle Alpi, a causa delle temperature elevate, con lo zero termico a 3000 m di quota. Il mese di marzo è caratterizzato dall'assenza di precipitazioni significative;

solo tra l'8 e il 9 e poi il 14 deboli nevicate interessano soprattutto le Alpi, successivamente si registrano forti gelate, in particolare dopo metà mese. I primi giorni del mese di aprile presentano temperature decisamente alte per il periodo, nei fondivalle si raggiungono i 20 °C. Successivamente aria più fredda, con gelate anche in pianura, porterà delle precipitazioni abbondanti tra l'11 e il 12 aprile

Fig. 4 - Percentuale utilizzo dei gradi di Pericolo Valanghe nelle due macroaree friulane (Alpi e Prealpi).

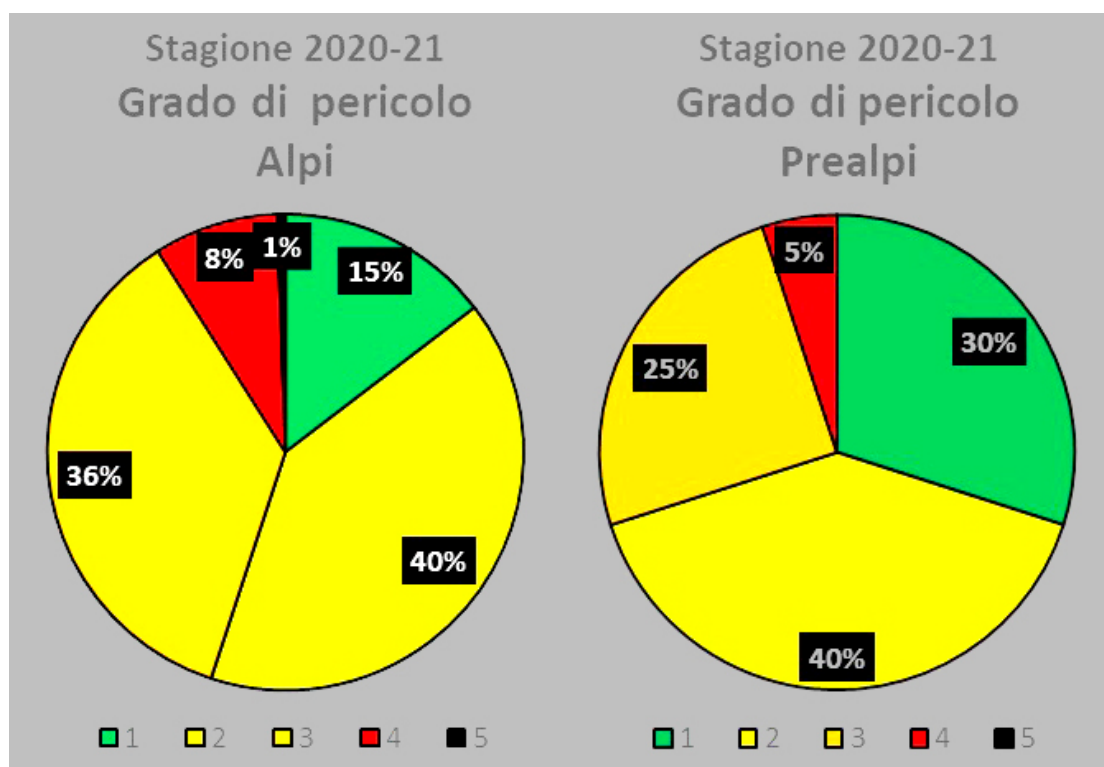
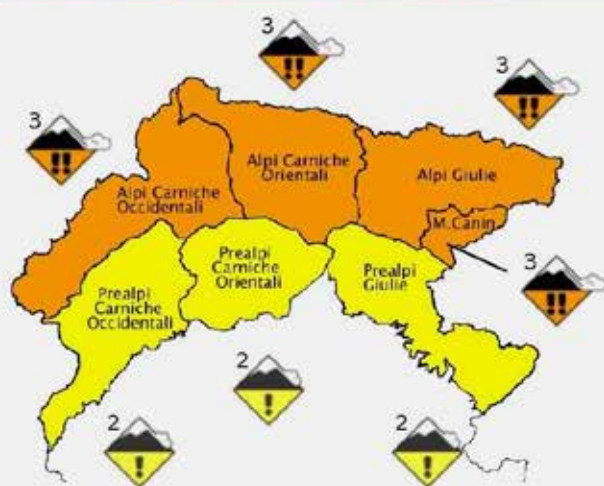


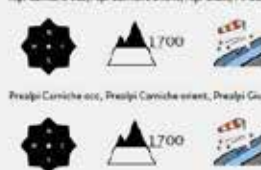
Fig. 5 - Stralcio del Bollettino che ben metteva in guardia circa la presenza di lastroni da vento staccabili al passaggio di un singolo escursionista.

Previsione per sabato 13 febbraio 2021, attendibilità: 70%

Possibili sia valanghe spontanee che provocate già con debole sovraccarico.



Alpi Carniche occ., Alpi Carniche orient., Alpi Giulie, M. Canin



Prealpi Carniche occ., Prealpi Carniche orient., Prealpi Giulie



Stato del manto nevoso e pericolo valanghe: Bel tempo, vento sostenuto da NE in quota con marcato effetto Wind Chill. Sulle Alpi sopra i 1800 m il pericolo sarà 3 (marcato); gli accumuli da vento di vecchia e nuova formazione presenti in tutte le esposizioni potranno staccarsi già al passaggio del singolo sciatore/escursionista. Le valanghe potrebbero localmente anche assumere grandi dimensioni in particolare ad alta quota e nell'area del Canin. Sulle Prealpi e sulle Alpi sotto i 1800 m il pericolo sarà 2 (moderato); il distacco provocato di valanghe di piccole e medie dimensioni sarà possibile principalmente con un forte sovraccarico, non escluso localmente il debole sovraccarico sulle forti pendenze. Ovunque saranno possibili valanghe spontanee di piccole e medie dimensioni lungo i pendii sottovento e valanghe da slittamento sui pendii prativi meridionali, anche di grandi dimensioni. Andranno evitate le zone con accumuli da vento e quelle con presenza di crepe nel manto nevoso. Rischio di scivolate sul ghiaccio.

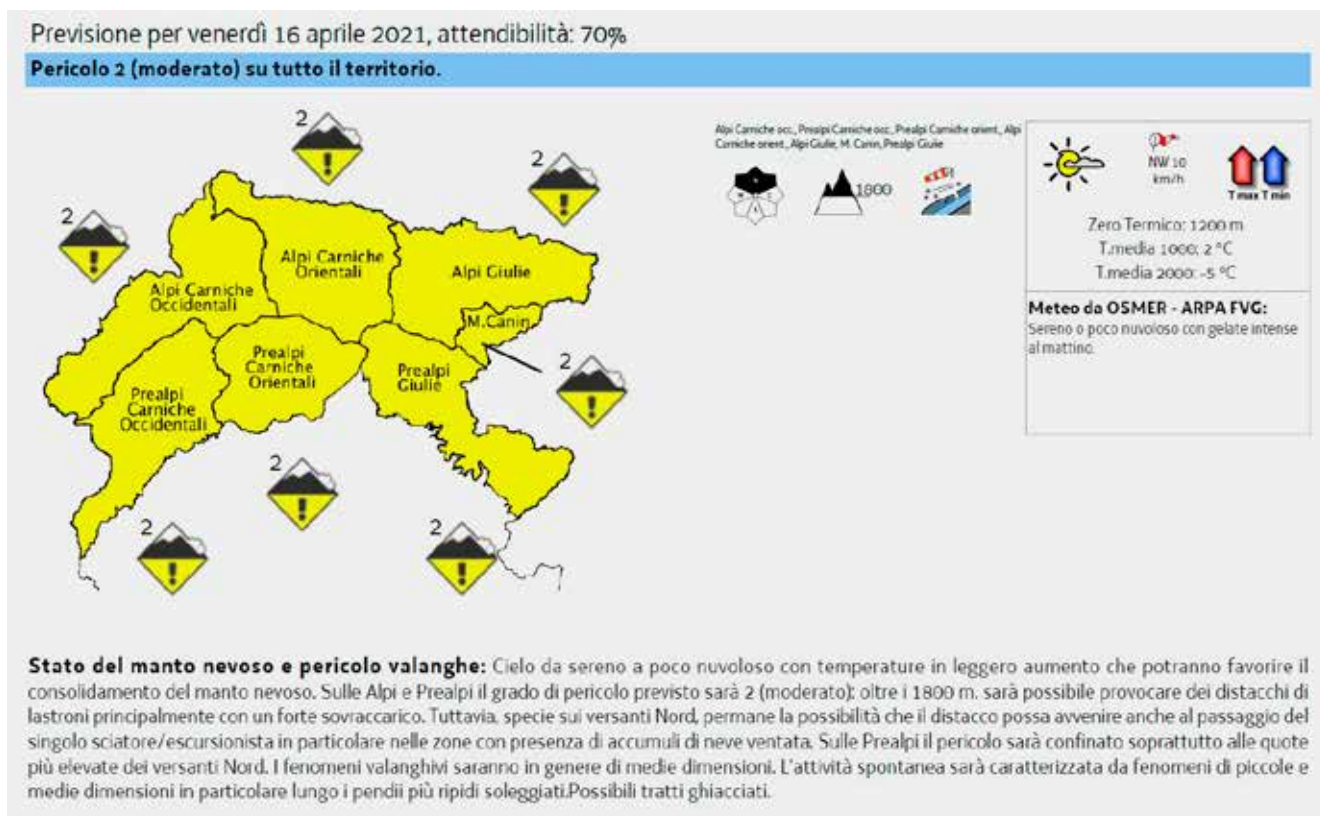
(50 cm di neve fresca al rifugio Gilberti). L'inizio del mese di maggio è caratterizzato dall'arrivo di un fronte atlantico che porterà piogge sparse dal Pordenonese e dalla costa in estensione verso nord. Nella domenica del 2 maggio nelle zone orientali si registrano ancora rovesci sparsi intermittenti e dal tardo pomeriggio caratterizzati da pioggia. Nella notte cade ancora neve, moderata fino ai 600 m sulle Alpi Giulie, 40 cm in quota oltre i 1300 m, a Sella Nevea 15-20 cm. In quest'area, grazie alle nevicate che si sono protratte praticamente fino a fine mese, a 2000 m ci sono oltre 6 metri di neve al suolo. La stagione invernale 2020-2021 nel suo complesso è stata impegnativa sia per quanto riguarda i disagi provocati da valanghe che hanno colpito la rete viaria (per fortuna senza nessuna vittima), sia per il fatto che in alcuni casi certe frazioni di montagna sono state isolate per alcune ore. Le nevicate sono state abbondanti durante i mesi da novembre a gennaio, successivamente una fase di stallo. Piogge intense anche in quota determinano delle valanghe di neve bagnata e di slittamento (Fig. 3). Durante il periodo invernale, come già detto prima, ci sono state segnalate numerose valanghe sia di slittamento che di neve umida e bagnata, anche di lastroni di fondo. Per quanto riguarda il grado di pericolo delle Alpi abbiamo avuto in prevalenza giornate con il grado 2 per il 40%, 36 % con il grado 3, 8% con il grado 4 e in un caso grado 5. Sulle Prealpi invece 40% grado 2, 30% grado 1; anche in questo caso una quota significativa di giornate con gradi pericolo 4 (Fig. 4).

Inoltre in questa stagione invernale abbiamo avuto purtroppo due incidenti con esiti mortali. Uno è avvenuto il 13/02/2021 in località Pic Majot a Sella Nevea travolto, e spinto contro un albero; la morte è avvenuta per le lesioni subite nell'impatto (vedi bollettino di Fig. 5).

Il secondo è avvenuto il giorno 16 aprile 2021, sul gruppo del Jof Fuart itinerario gola Nord-Est, in questo caso le persone travolte erano due e per entrambe non c'è stato nulla da fare: son morte per le ferite riportate durante il travolgimento (vedi bollettino di Fig. 6).



Fig. 6 - Stralcio del Bollettino del 16 aprile.





REGIONE DEL VENETO

Mauro Valt

mauro.valt@arpa.veneto.it

con la collaborazione di:

Giuseppe Crepaz, Renato Zasso, Alvisé Tomaselli, Tiziana Corso, Valter Cagnati, Germano Dorigo, Antonio Cavinato, Marco Bianchi, Glenda Greca, Marco Carcereri, Gianni Marigo, Robert Thierry Luciani, Fabrizio Tagliavini, Dolores Toffoli.

INTRODUZIONE

La prima neve della stagione invernale è comparsa fino a bassa quota già nel mese di ottobre e con apporti significativi in quota. Tuttavia sarà necessario aspettare fino alla prima decade del mese di dicembre per avere la formazione di un manto nevoso consistente che durerà fino alla fine di maggio. Nella prima parte della stagione invernale 2020-2021 sono avvenuti diversi fenomeni intensi che hanno determinato copiose nevicate in poche ore, creando condizioni importanti di criticità sul territorio. Durante la stagione non sono mancate le piogge fino in alta quota e periodi molti miti come nella terza decade di febbraio o negli ultimi giorni del mese di marzo. L'attività valanghiva è stata importante in occasione di tutte le precipitazioni con valanghe che hanno raggiunto più volte i fondovalle. Particolarmente persistente è stata la criticità di valanghe da slittamento, sia per terreno caldo che per gli elevati spessori di neve al suolo.

L'inverno, oltre ai record di precipitazione nevosa in poche ore, sarà ricordato per i periodi molto freddi alternati ad altri miti ma "fuori stagione".

Gli incidenti da valanga sono stati 7 dei quali 2 hanno interessato mezzi sgombraneve, 2 incidenti con 2 morti di alpinisti in discesa. Gli ultimi incidenti sono avvenuti nel mese di maggio.

ANDAMENTO DEL MANTO NEVOSO

Ottobre

Nel mese di ottobre il maltempo inizia il giorno 2 con neve oltre i 1800 m a cui seguono le piogge intense fino a 2600 m di quota i giorni 3 e 4 ottobre. Lunedì 5 ottobre la neve scende fino a 1700 m con apporti di 10-15 cm a 2000 m. Seguono delle giornate di bel tempo e freddo fino a domenica 11 ottobre quando, una profonda saccatura atlantica, alimentata da aria polare, interessa l'arco alpino e inizia a nevicare fino a fondovalle (1000 m) con apporti

Fig. 1 - Ritaglio di una immagine MODIS del 13.10.2020 con una combinazione di bande RGB 267 che colora la neve di blu. Le Dolomiti e le Prealpi sono ben innevate.

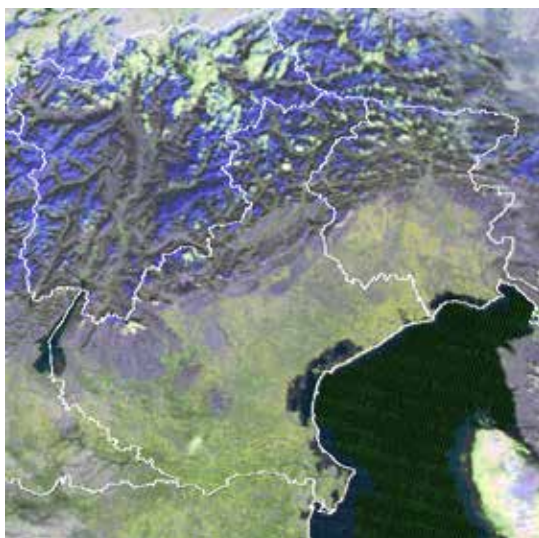
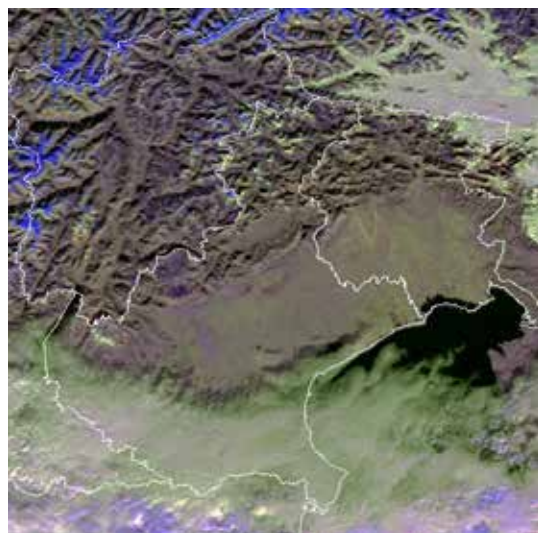


Fig. 2 - Ritaglio di una immagine MODIS del 29.11.2020 con una combinazione di bande RGB 267 che colora la neve di blu. Gran parte della neve di ottobre si è fusa ed è rimasta confinata con la maggior estensione sulle zone glaciali del Trentino Alto Adige e sulle cime delle Dolomiti.



di 5-10 cm a Falcade e 30 cm a 2000 m. Nelle Prealpi nevica oltre i 1500 m.

Fra sabato sera e domenica gli apporti di neve fresca sono di 30-60 cm a 2000 m nelle Dolomiti e di 30-40 cm a 1600 m nelle Prealpi (Fig.1).

Un nuovo episodio nevoso interessa la regione fra il 15 e il 16 ottobre quando una depressione risale lungo il Mar Tirreno. Gli apporti sono di 10-15 cm a 2000 m e di 30 cm a 2900 con limite neve/pioggia a 1700 m circa.

Successivamente una veloce saccatura atlantica transita sulla nostra regione tra il pomeriggio del 26 e la notte del 27 ottobre, con intense piogge e neve oltre i 2000 m di quota. Gli apporti nevosi sono di 20-30 cm di neve fresca nelle Dolomiti meridionali e di 5-10 in quelle settentrionali a 2000 m e di 50 cm a 2600 m.

Seguono le prime giornate calde, con assestamento e fusione del manto nevoso.

Novembre

Il bel tempo prosegue fino a metà novembre quando una prima veloce saccatura, il giorno 16, porta un po' di neve sopra i 1800 m con un po' di vento; successivamente una seconda saccatura transita velocemente il 20 novembre con neve anche a 1200 m nelle Dolomiti (Sappada, etc.) e al di sotto dei 1500 m sui Monti Lessini. Gli apporti nevosi sono di 10-20 cm a 2000 m.

Le miti temperature del mese di novembre, specie nella prima decade, determinano la scomparsa del manto nevoso lungo i pendii meridionali fino in alta quota, mentre in ombra la neve rimane in modo discontinuo (Fig. 2).

Dicembre

La prima decade del mese di dicembre è stata caratterizzata da forti ed eccezionali nevicate su tutta la montagna veneta, raggiungendo anche un grado di pericolo 5-molto forte e una "allerta rossa" per valanghe nel sistema della Protezione Civile.

Una prima perturbazione nord atlantica transita sulle Alpi determinando nevicate fino in pianura. La sera del 1° dicembre nevica in Lessinia (10-20 cm sul Monte Tomba) e sull'Altopiano (10 cm ad Asiago, 15 cm Monte Lissar) mentre il giorno 2 nevica anche a Padova, Venezia e Treviso. Gli apporti nevosi sono di 15-20 cm nelle Dolomiti settentrionali, 20-35 cm in quelle meridionali, sempre a 2000 m, 15-20 cm nelle Prealpi a 1600 m.

Segue una profonda saccatura che dalla Francia si sposta lentamente verso l'Italia. Nel pomeriggio di venerdì 4 dicembre inizia a nevicare con forte intensità e limite della neve anche a 600 m (Agordo).

Gli ulteriori apporti di neve fresca misurati la mattina del 5 dicembre, dopo quelli misurati la mattina del 3 di-

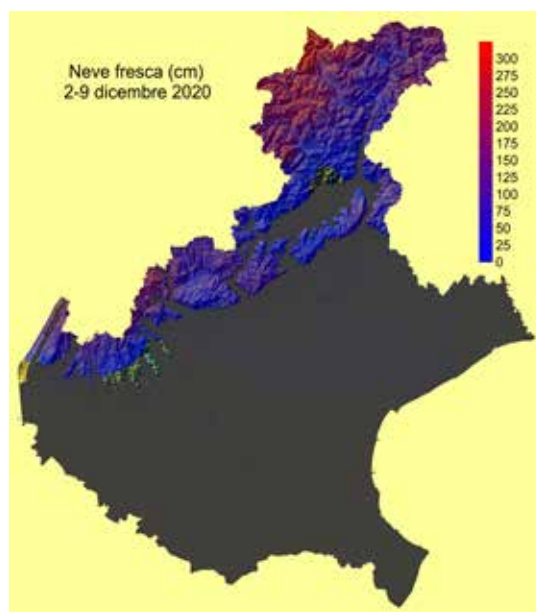


Fig. 3 - Spazializzazione del cumulo di neve fresca (cm) nel periodo 2-9 dicembre 2020. Le zone del medio e alto Agordino e dell'Ampezzo sono più nevose (tonalità verso il rosso).

cembre, sono di 25-60 cm di neve fresca nelle Dolomiti settentrionali (60 cm a Passo Falzarego), 30-55 cm in quelle meridionali accompagnati anche dalla erosione del vento (55 cm a Col dei Baldi), 20-55 cm nelle Prealpi a 1600 m (55 cm a Campomolon, 34 cm a Malga Larici). Durante la giornata del 5 dicembre, il limite della neve/pioggia si innalza temporaneamente fino a 2000 m con forti piogge, come ad esempio ad Arabba dove cadono almeno 30 mm di pioggia sulla neve. La neve fonde, avvengono le prime grandi valanghe e si attivano le prime valanghe da slittamento. Il grado di pericolo valanghe nelle Dolomiti è 4-forte.

In quota nevica abbondantemente e, fra il 5 e il 6 dicembre, a Ra Vales cadono altri 128 cm di neve fresca oltre ai quasi 60 cm caduti nei giorni precedenti. Gli apporti nevosi sono ancora straordinari, fra i 50 e i 70 cm nelle Dolomiti a 2000 m mentre nelle Prealpi piove fino in quota. Anche nelle Dolomiti la neve è umida fino oltre i 1500 m. Il grado di pericolo valanghe è 5-molto forte in Dolomiti e 4-forte nelle Prealpi. Le grandi valanghe scendono spontaneamente e vengono ricoperte man mano della nuova neve, mantenendo alta la criticità sul territorio. Fra il 6 e il 7 dicembre, nevica ancora: altri 50 - 60 cm in quota e 30-40 cm nei fondovalle delle Dolomiti.

Lunedì 7 dicembre a Falcade inizialmente la nevicata è leggera e secca ma poi il limite neve/pioggia si innalza e la neve si appesantisce di molto. Anche martedì 8 dicembre la nevicata a tratti è asciutta. La mattina del 8 dicembre, la neve fresca misurata nelle 24 ore precedenti evidenzia apporti maggiori nelle Dolomiti meridionali.

La mattina di mercoledì 9 dicembre, gli apporti nevosi sono di 15-40 cm di neve fresca nelle Dolomiti (45 cm a Padola a 1200 m, 38cm a Casera Doana, 42cm a Pecol di Zoldo, 32 cm a Malga Losch), come anche nelle Pre-

RELAZIONI

alpi (45 cm a Campogrosso, 40 cm a Faverghera, 30 cm a Casera Palantina).

Il tempo poi migliora e il grado di pericolo scende a 4-forte con molta attività valanghiva spontanea. Il giorno 9 scendono le classiche grandi valanghe, come ad esempio

Fig. 4 - Ritaglio di una immagine MODIS del 14.12.2020 con una combinazione di bande RGB 267 che colora la neve di blu. Le Dolomiti e le Prealpi hanno un buon innevamento. I fondovalle dolomitici sono innevati.



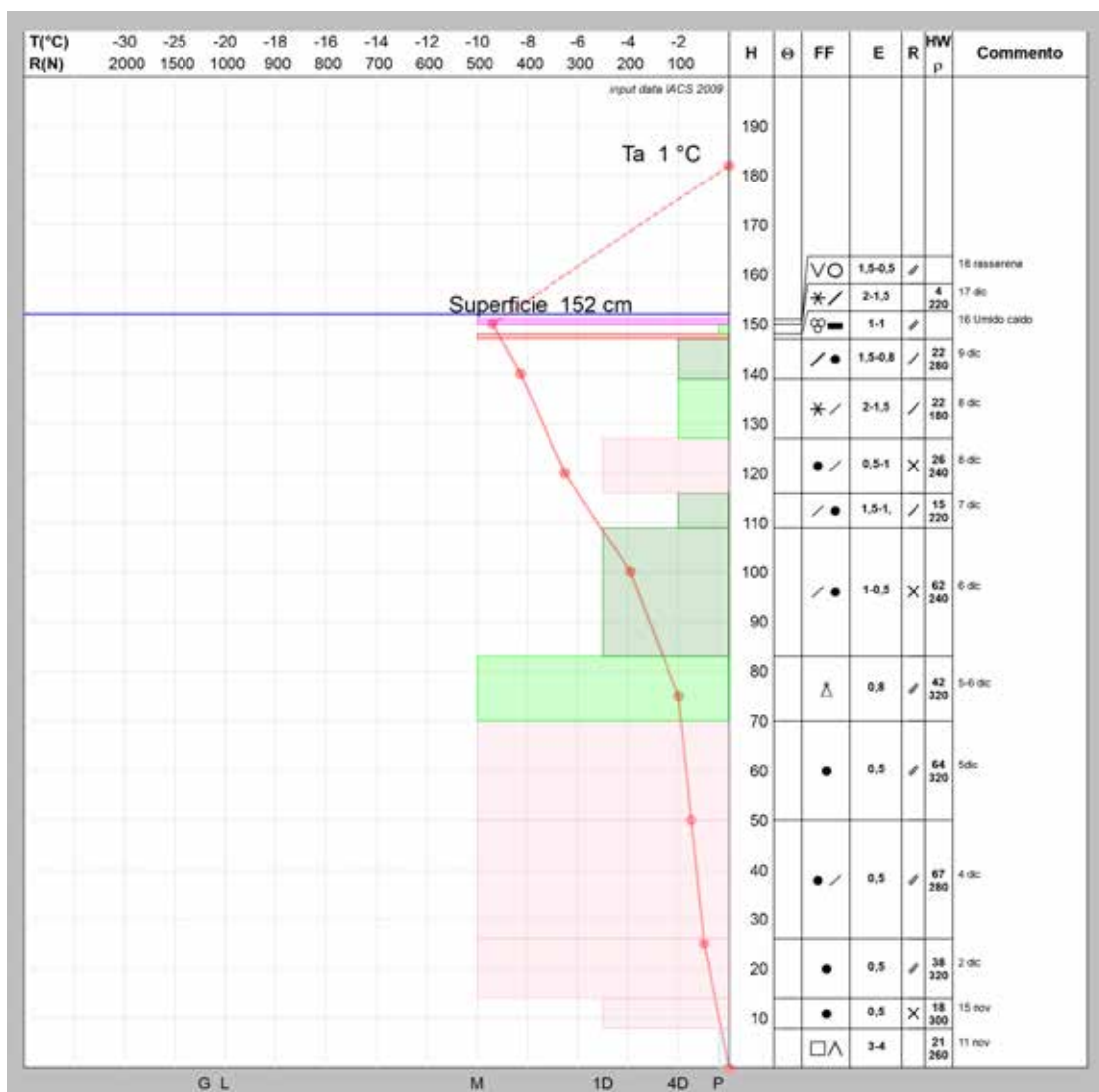
sulla destra orografica fra fra Cencenighe e Listolade ed inizia intensa attività di valanghe da slittamento.

Nei giorni delle precipitazioni, il vento ha modificato gli accumuli in quota, distribuendo in modo irregolare la neve che, gradualmente, nei giorni successivi si consolida un po'. Dal giorno 11 dicembre il grado di pericolo torna a 3- marcato.

In questa decade di dicembre gli apporti sono stati di 250 cm di neve fresca a 2200 m di quota nelle Dolomiti settentrionali, 190 -220 cm nelle Dolomiti meridionali, 200 cm a 1600 m e di 130-150 cm a 1200 m di quota. Nelle Prealpi, dove sono iniziate le prime nevicate con neve fresca già la mattina del 2, è piovuto molto il 5 dicembre con fusione della neve caduta nei giorni precedenti e gli accumuli di neve fresca sono stati di 100-120 cm nelle Prealpi bellunesi e veronesi e di 140-200 cm nelle Prealpi vicentine (Fig.3).

Dopo il passaggio veloce di una perturbazione fra l'11 e il 12 dicembre con qualche fiocco oltre i 1600 m di quota, il 16 dicembre una debole saccatura determina deboli precipitazioni, piovose fino oltre i 2000 m (Fig. 4). La neve è

Fig. 5 - Profilo stratigrafico di Cima Pradazzo (Falcade), quota 2200 m, del 18.12.2020. Nel profilo si distinguono chiaramente le diverse precipitazioni. I primi 10 cm circa dal fondo, le due nevicate di novembre; lo strato da 10 a 30 cm da fondo, la neve del 2 dicembre, sopra quella del 4 dicembre, lo strato da 50 a 70 cm la neve del 5 dicembre, fra 70 e 80 cm la "neve burrascosa" del 5-6 dicembre, fino a 110 cm la precipitazione del 6 dicembre, poi le varie nevicate del 7-8 e 9 dicembre. La parte superficiale è formata da sottili strati di fusione del 16 dicembre, della poca neve del 17 e del vento del 18. Questo "blocco" si strati sottili saranno ben identificabili durante tutta la stagione invernale.



umida e già il 17 è presente anche lungo i versanti nord una crosta da rigelo portante.

Le temperature in quota sono miti

Nel profilo di Cima Pradazzo (Fig. 5) si può osservare la sequenza delle varie nevicate del periodo perturbato, compresa la neve basale di novembre, ormai trasformata. Lo spessore della neve è di oltre 150 cm e in superficie è presente la crosta da pioggia che si è formata la notte prima del rilievo. Questa crosta rimarrà per tutto l'inverno e segnerà il "confine" fra la neve della prima decade di dicembre e il resto dell'inverno. Altre croste, a livelli superiori, differenzieranno le nevicate successive.

Nei giorni seguenti le temperature rimangono miti e spira anche un forte vento da NW con la formazione di accumuli di neve ventata in quota.

Le valanghe da slittamento sono sempre attive, l'inversione termica domina in alcune vallate (21-23 dicembre) e si forma uno strato di brina di superficie (FF=DH) su molti pendii ripidi.

La sera di Natale una prima perturbazione interessa la no-

stra regione con limite neve/pioggia fra i 1400 e i 1800 m in abbassamento a 1000 m il giorno di Natale. Le nevicate sono più intense lungo le Prealpi con 40 cm di neve a 1500 m di quota e 15 ad Asiago (1000 m); a seguire le temperature diminuiscono di molto rispetto ai giorni precedenti.

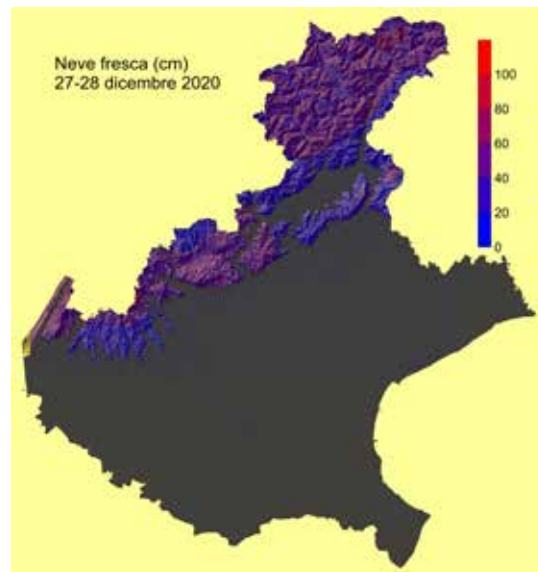


Fig. 6 - Spazializzazione del cumulo di neve fresca (cm) nel periodo 27-28 dicembre 2020.

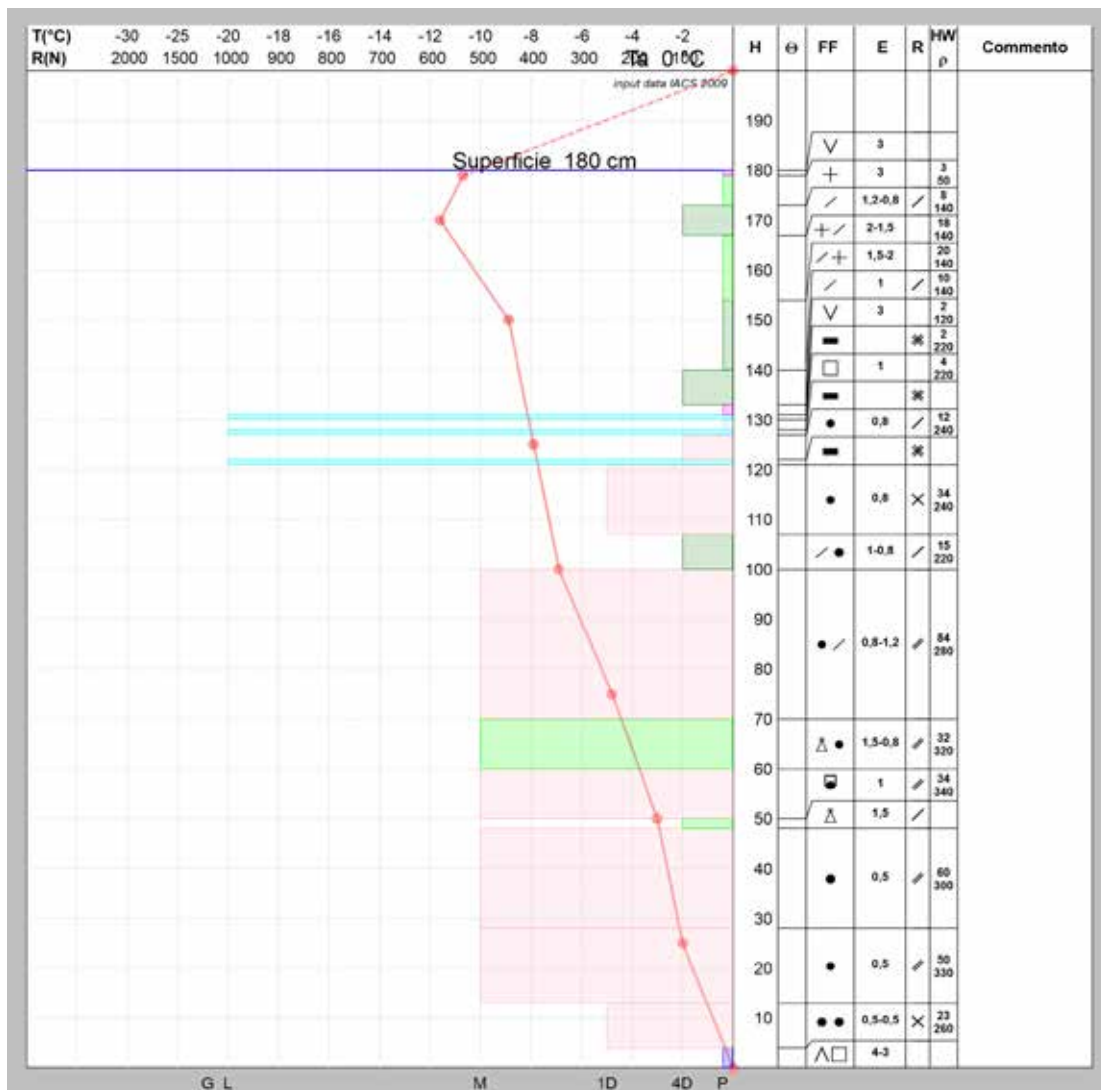
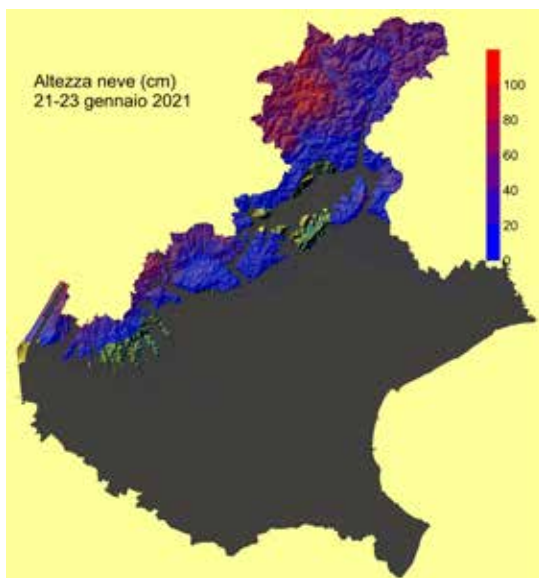


Fig. 7 - Profilo stratigrafico di Cima Pradazzo (Falcade), quota 2200 m del 30.12.2020. Sono ben visibili gli strati di neve della terza decade di dicembre, che poggiano sugli strati duri del 15-18 dicembre.

RELAZIONI

Una vasta saccatura centrata sulla Francia interessa, dal 27 dicembre, le Dolomiti e Prealpi venete con neve fino in pianura (30 cm a Belluno, 35 cm a Parma etc.). In questo episodio gli apporti maggiori sono sulle Prealpi con 30-75 cm di neve fresca (74 cm Passo Campogrosso, 35

Fig. 8 - Spazializzazione del cumulo di neve fresca (cm) nell'episodio del 21-23 gennaio 2021.



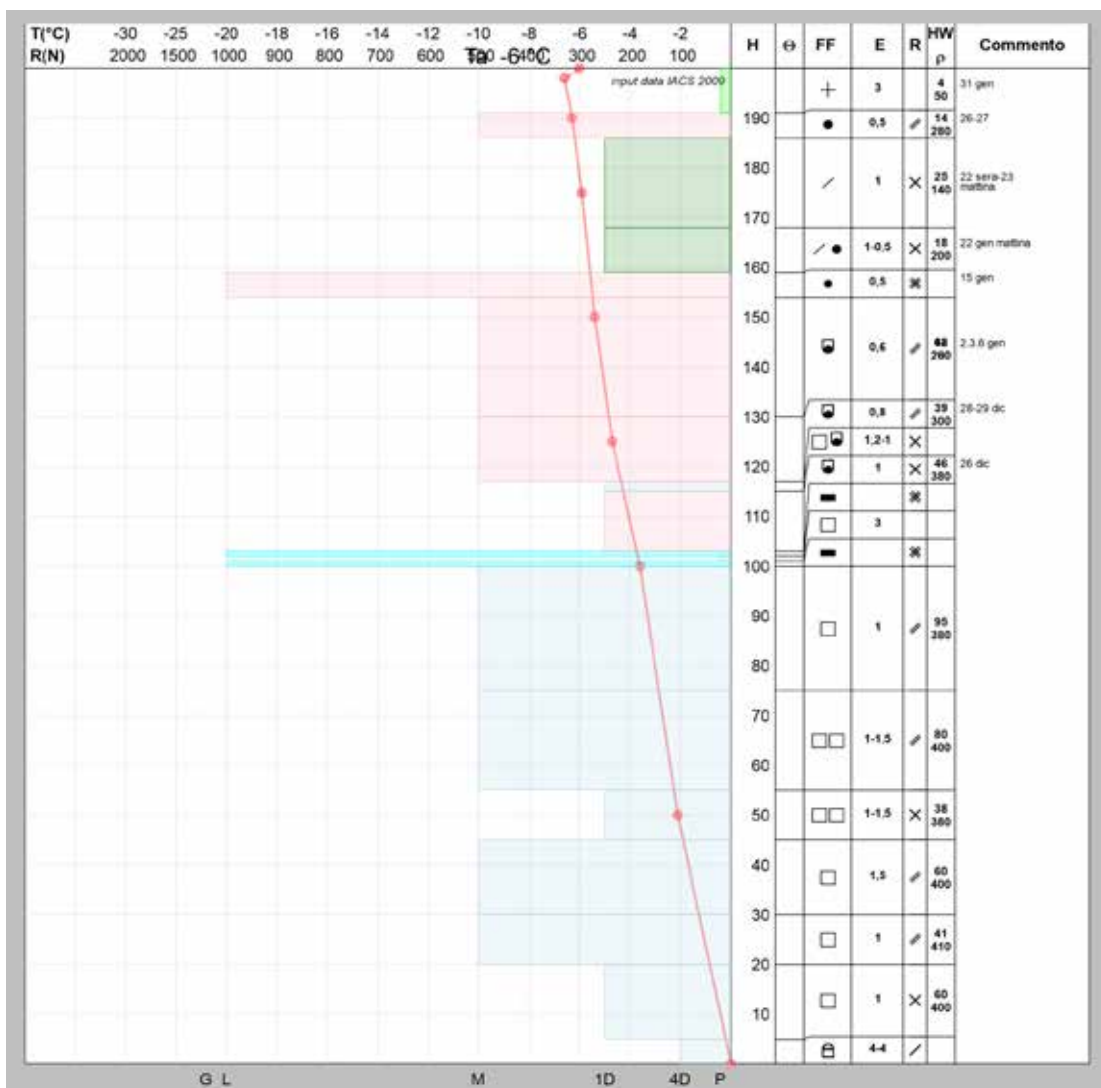
cm Recoaro Terme, 45 cm Asiago, 50 cm Lamon). Nelle Dolomiti si misurano 66 cm di neve fresca a Padola, 60 cm ad Auronzo e Cortina, 50 cm ad Arabba e Falcade, 41 a Frassenè e 45 ad Agordo (Fig. 6).

La precipitazione è molto intensa e il 28 alcune valanghe interessano la viabilità come a Cima Banche, Peron, Passo Campolongo etc. La neve fresca è soffice e il 29 spira in quota un forte vento con notevole trasporto eolico (Fig.7). Molte le fessurazioni da slittamento, anche di grandi dimensioni.

Gennaio

Il terzo episodio perturbato inizia nel pomeriggio del 1° gennaio, ancora con intense nevicate, prima di neve molto soffice fino a fondovalle e poi umida. Il giorno 2 nevica intensamente nelle Prealpi vicentine e nelle Dolomiti Agordine. Gli apporti di neve fresca sono di 40-70 cm nelle Dolomiti settentrionali (82 cm a Ra Vales, 78 a Sappada, 62 cm a Cortina), 40-85 cm nelle meridionali (84 cm a Pecol di Zoldo, 85 cm a Falcade, 36 ad Agordo), 65-75 cm nelle Prealpi vicentine (85 cm a Campomolom, 43 cm ad Asiago).

Fig. 9 - Profilo stratigrafico di Cima Pradazzo (Falcade), quota 2200 m, del 02.02.2021. Nel profilo, sopra gli strati di metà dicembre, sono identificabile le nevicate di fine dicembre, quelle dei primi di gennaio (da 130 a 150 cm di spessore), lo strato di neve ventata del 15 gennaio (strato compatto), la neve fresca della ultima decade di gennaio, il vento del 26-27 gennaio e la debole precipitazione di fine gennaio.



Il 4 gennaio ritorna un po' di sole e l'attività valanghiva spontanea si fa più insistente, interessando anche i fondovalle delle Prealpi (Feltre, Olantreghe etc.).

Dopo questo episodio, seguono delle giornate molto fredde. La neve si mantiene fredda e soffice in superficie. Le temperature minime vanno al di sotto dei -10°C nelle vallate e dei $-20/-25^{\circ}\text{C}$ sugli altipiani delle Prealpi vicentine. Il ciclone Filomena, proveniente dalla Spagna, interessa marginalmente le Alpi ma apporta neve sugli Appennini e soprattutto in Liguria e nella Garfagnana. Sulle Alpi Orientali il tempo si mantiene bello e il 12 e 13 gennaio spirano intensi venti di föhn, che determinano una leggera fusione della crosta superficiale del manto nevoso. I venti sono forti anche il 14 di gennaio, quando viene ritrovato il disperso in valanga, sul Piz Boè, morto.

Seguono ancora alcune giornate fredde a causa del richiamo di aria dai Balcani da parte di una profonda saccatura. I forti venti settentrionali determinano in questo periodo, ampie zone erose alternate a depositi di neve ventata. La maggior parte dei lastroni da vento sono duri e compatti ma in alcune localizzazioni, le più critiche, sono soffici e facilmente innescabili.

Il 21 gennaio una saccatura atlantica si approfondisce sulla Francia richiamando aria mite in quota, mentre il freddo rimane nei bassi strati. Il 21 inizia una debole nevicata che poi si intensifica durante la notte. Le nevicate iniziano dalle Prealpi per estendersi alle Dolomiti. Il limite neve/pioggia risale dai 600-800 m iniziali, di alcune nicchie dolomitiche d'aria fredda, fino sui 1200-1400 m delle stesse Dolomiti e dai 1000-1200 m iniziali fino sui 1500-1700 m sulle Prealpi, rendendo umida la neve e aumentando l'instabilità del manto nevoso. Dopo una temporanea pausa, fra venerdì 22 e sabato 23, una nuova intensa nevicata interessa tutto il territorio montano con apporti importanti (70-80 cm nei fondovalle delle Dolomiti meridionali).

In questo episodio gli apporti di neve fresca sono ancora importanti: oltre 100 cm a Col dei Baldi (1899 m di quota), 89 a Ra Vales, 92 a Pecol di Zoldo (1370 m), 56 cm a Falcade (1200 m), 34 a Casera Palantina (1605 m) per fare degli esempi (Fig.8).

Proprio nella notte fra il 22 e il 23 gennaio, cadono gran parte delle grandi valanghe (Colaz, Pranolz, Mezzo Canale, etc.) e le valanghe da slittamento tornano attive (Gallio, etc.). A fine episodio la neve scende fino a 600-800 m sulle Dolomiti e a 800-1000 m di quota nelle Prealpi. Il 24 gennaio la temperatura crolla di nuovo e inizia a spirare un forte vento.

Il giorno 26 correnti d'aria fredda valicano le Alpi e determinano debolissime precipitazioni tra il Vicentino e il Veronese, con qualche fiocco di neve a Verona. L'azione

eolica è intensa e anche nelle radure sono localizzati depositi soffici di neve ventata.

Il 28 gennaio è una giornata mite e fra il 30 e il 31 gennaio deboli precipitazioni interessano tutta la regione fino sui 800-1000 metri di quota (tracce ad Agordo). Localmente la neve arriva anche in pianura. Questi 10-15 cm di neve, si umidificano velocemente, riscaldando gli strati sottostanti del manto nevoso.

In Figura 9 è rappresentato il profilo stratigrafico del manto del 2 febbraio 2021. In superficie è presente lo strato di neve del 30-31 gennaio, appena sotto la crosta da vento formatasi i giorni precedenti la precipitazione e poi i 2 strati di neve fresca delle precipitazioni del 21 e 22-23 gennaio.

Sotto la crosta da vento, di elevata durezza, che si può osservare fra i 150 e i 160 cm di spessore, i grani presentano forma da crescita cinetica ($FF=RGxf$), conseguenza delle basse temperature della prima metà del mese di gennaio.

Febbraio

Nei primi giorni del mese le temperature sono miti e l'umidità relativa è elevata per la stagione: questa combinazione determina un importante riscaldamento del manto nevoso, specie lungo i pendii meridionali e alle basse quote.

Questo favorisce il distacco e il movimento di molte valanghe da slittamento, come avviene proprio il giorno 4 febbraio. Il 6 febbraio il tempo è uggioso e le precipitazioni sulle alpi occidentali sono cariche di neve con dust sahariano.

Il 7 febbraio, il fronte freddo arriva anche sulle Alpi orientali, preceduto da correnti meridionali di aria molto mite carica di sabbia; il limite neve/pioggia, nelle Dolomiti, inizialmente è a 1300 m per poi risalire a 1500 con piogge insistenti e "rosse". A fine episodio il limite della neve scende a 1200-1500 m di quota.

Gli apporti nevosi sono molto variabili, poiché condizionati dal limite della neve/pioggia. Si misurano oltre 40 cm di neve fresca a Casera Doana (1899 m), Monte Piana (2250 m), Passo Falzarego (1988 m) Arabba (1630 m), Col dei Baldi (57 cm, 1900 m).

Il 10 e 11 febbraio una nuova debole nevicata arriva fino a 400 m di quota. Gli apporti nevosi sono di 10-30 cm in quota, anche di 15-25 cm a 1600 m nelle Prealpi.

Nei primi a seguire il clima rimane molto mite a fondovalle mentre in quota il vento ridistribuisce, di nuovo, la neve (Fig10).

Seguono poi le giornate più fredde della stagione invernale (13, 14 e 15 febbraio) e il 16 febbraio molto caldo, a causa di una avvezione da sud ovest che riscalda il manto nevoso in modo importante nei giorni successivi. Lo zero

termico, in pochi giorni, passa dal livello del mare a oltre 3000 m di quota. Il promontorio di alta pressione si rafforza e le temperature rimangono molto miti per tutta la terza decade del mese di febbraio. Il manto nevoso subirà una riduzione di spessore per fusione e per sublimazione

In generale il mese di febbraio è stato poco nevoso e in quota nelle Dolomiti, rispetto alla media degli ultimi 10 anni, sono caduti 30-50 cm di neve fresca in meno e nelle Prealpi, a 1600 m, 60-80 cm.

Il mese di marzo (Fig.12) inizia con temperature miti e con molte valanghe da slittamento ancora attive. Prima il giorno 6 marzo con alcune deboli precipitazioni solo sulle Prealpi e poi, il 10 marzo, una perturbazione riporta la neve fino a 1000 m di quota con apporti generalmente di 5-10 cm, localmente anche 15-20 nelle Prealpi vicentine. Anche il giorno 14 nevicava debolmente oltre i 700-1000

input data MCS 2009

Superficie 188 cm

H	Θ	FF	E	R	HW	Commento
210		3-3			10 feb	
190		2			7 feb	
180		1-1			10 feb	
170		1.5-1.5			9 feb	
160		0.5-1			9 feb	
150		0.5			7 feb (rossa)	
140		1			7 feb	
130		1			31 gen	
120		1			26-27 gen	
110		1			26 gen	
100		1.5			16 gen	
90		1			16 gen	
80		1-0.8			2-3 gen	
70		1.2-0.8			28-29 dic	
60		1			26 dic	
50		2			16 dic	
40		2			124 400	
30		2-3			168 420	
20		3			nov	

m, mentre in Germania la neve arriva a bassa quota. Gli apporti sono di 5-10 cm.

Il tempo è ventoso e gelido con l'abbassamento delle temperature dovuto ad un flusso di aria polare.

Tra il 18 e il 19 marzo l'avvezione d'aria fredda in quota e la maggiore ciclonicità determinano tempo in parte instabile, in maniera più evidente sulle Prealpi con brevi rovesci nevosi in quota.

Il tempo migliora in modo deciso dopo il 25 di marzo, con giornate molto calde che determinano una importante fusione del manto nevoso (Fig.13).

Aprile

Il mese di aprile inizia con 2 giornate ancora molto miti per la presenza dell'alta pressione di matrice atlantica subtropicale. La fusione del manto nevoso continua e la copertura nevosa diminuisce di estensione su tutta la montagna veneta (Fig.14).

Nella notte fra il 5 e il 6 aprile la montagna veneta è interessata da deboli precipitazioni, mentre nevica più copiosa-

mente sul Carso, a Trieste e lungo la catena degli Appennini. Le temperature crollano e aumenta l'intensità del vento, che si fa sentire anche a fondovalle.

Dal giorno 11 inizia un nuovo periodo perturbato che porterà le ultime copiose nevicate sulla montagna veneta.

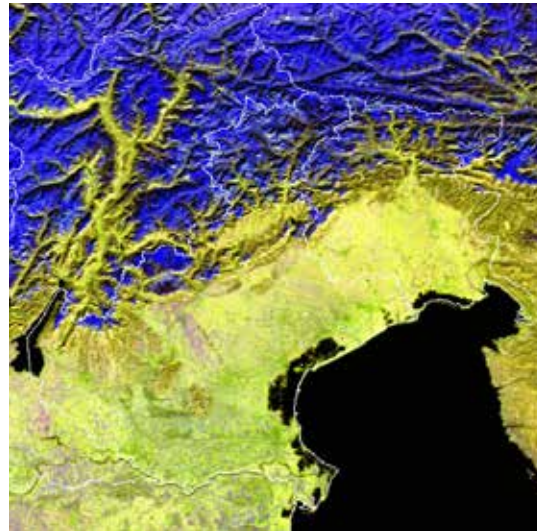


Fig. 12 - Ritaglio di una immagine MODIS del 01.03.2021 con una combinazione di bande RGB 267 che colora la neve di blu. Le Dolomiti e Prealpi sono ben innevate anche se l'estensione si è ridotta in seguito alle miti temperature di febbraio.

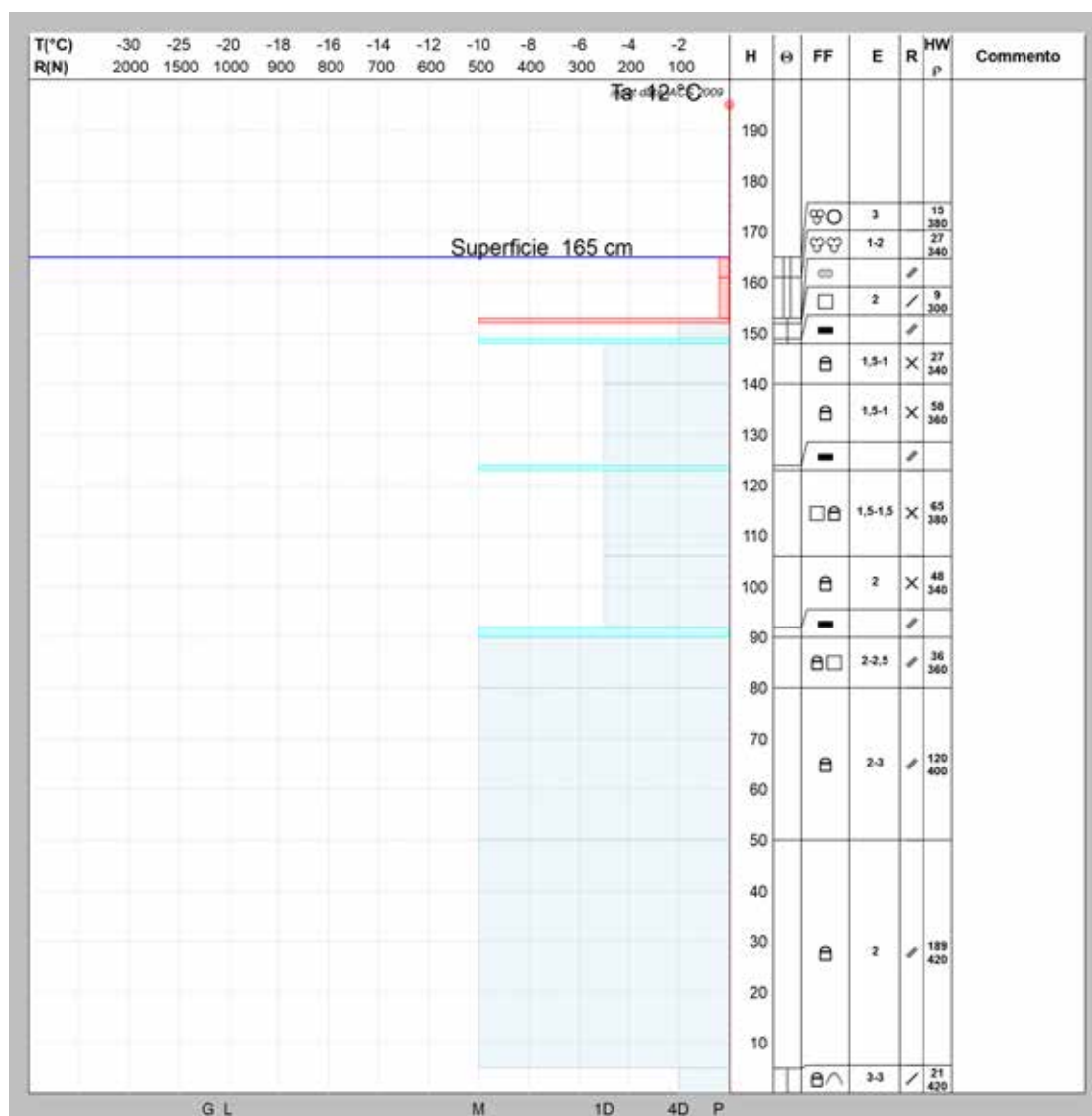


Fig. 13 -Profilo stratigrafico di Cima Pradazzo (Falcade), quota 2200 m, del 30.03.2021. In superficie gli strati di neve da fusione dovuti alle calde temperature di fine marzo.

Dopo la umida giornata del 10 aprile, domenica 11 inizia a piovere intensamente nei fondovalle con il limite neve/pioggia a 1200 m. Anche il 12 nevischia per tutto il giorno. Nella notte fra il 12 e il 13, il limite neve/pioggia è elevato, oltre i 1800 m, ma poi scende bruscamente e la neve arriva a 700 m di quota; gli apporti sono anche di 30 cm in quota e di 10-20 cm nei fondovalle. La neve si

umidifica velocemente e si forma una crosta da fusione e rigelo fino a 2200 m di quota lungo i versanti al sole, mentre rimane più soffice sui versanti in ombra. Dopo il bel tempo del 14 aprile, il 15 nevica nuovamente fino a 600 m di quota nelle Dolomiti (Fig.15).

Il miglioramento del tempo è anche accompagnato da un abbassamento delle temperature. Da ora in poi, le temperature saranno quasi sempre al di sotto della norma fino al termine del mese di maggio.

Il 19 aprile, una circolazione ciclonica provoca ancora rovesci e la neve ricompare a 1100-1500 di quota.

Con queste situazioni di nevicate, freddo, fusione a Sud, i versanti esposti da NW a NE hanno ancora caratteristiche di tipo primaverile.

Dal 22 aprile la situazione meteorologica migliora e le temperature aumentano anche per l'instaurarsi di un promontorio di matrice mediterranea che favorisce il bel tempo (Fig.16). Il manto nevoso viene così caratterizzato da croste da fusione e rigelo sempre più diffuse, con singole valanghe spontanee di neve bagnata.

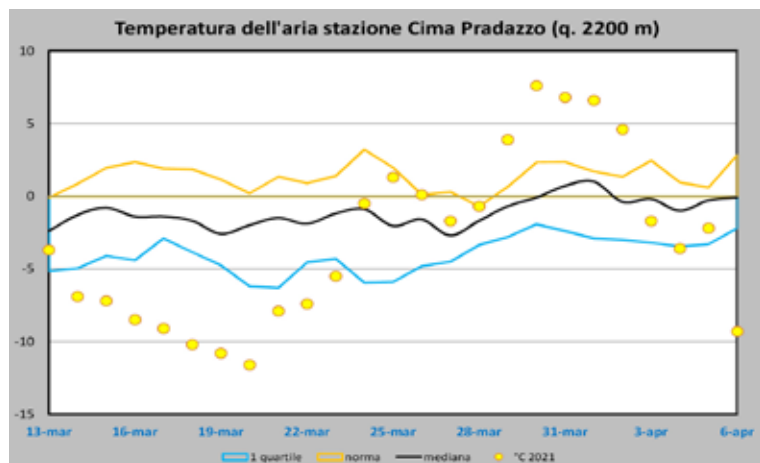


Fig. 14 - Andamento della temperatura dell'aria a Cima Pradazzo a fine marzo-inizio di aprile che evidenzia le elevate temperature e il successivo "crollo" del 6 aprile.

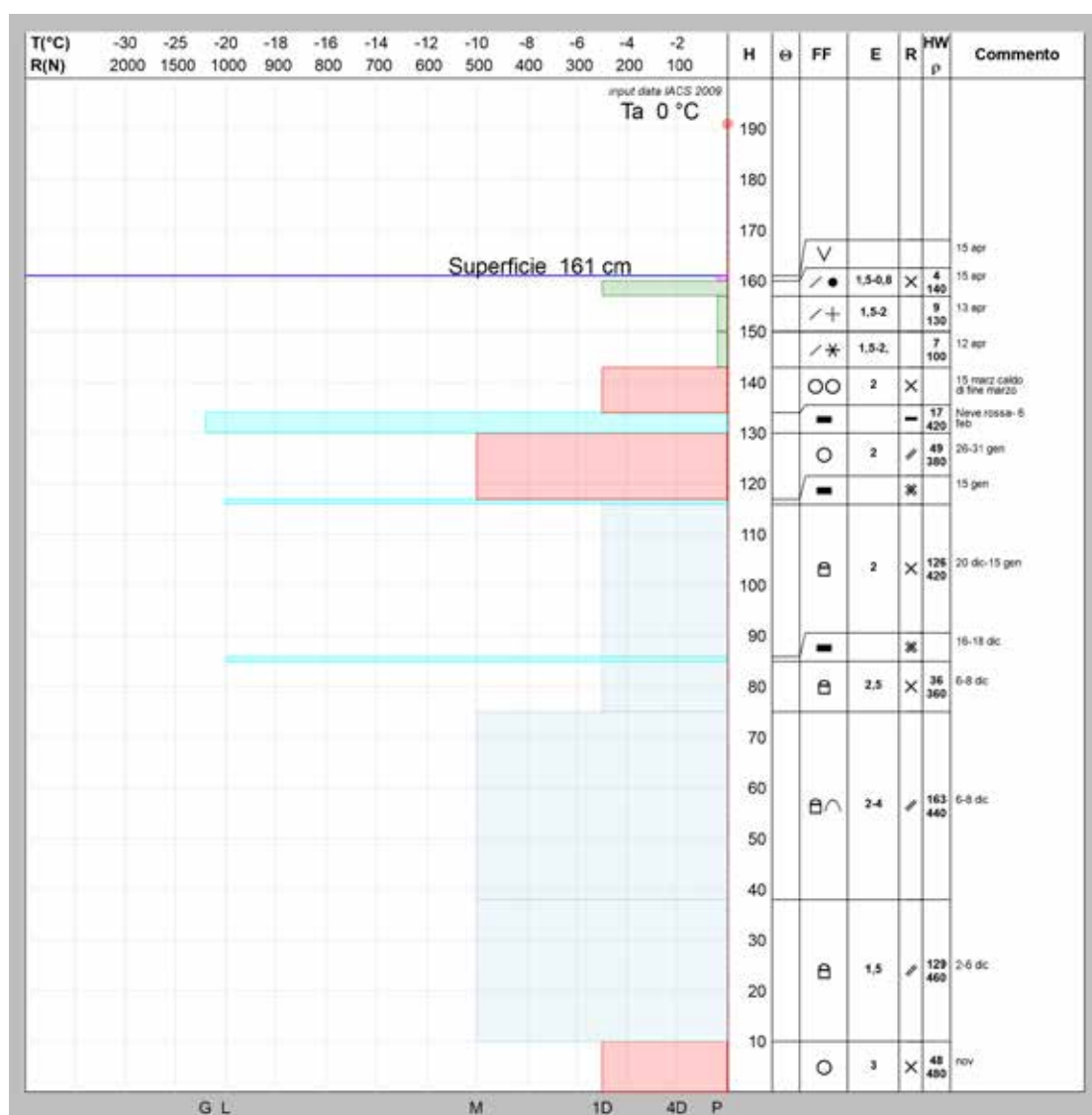


Fig. 15 - Profilo stratigrafico di Cima Pradazzo (Falcade), quota 2200 m, del 15.04.2021. Gli strati superficiali sono formati dalla neve fresca della seconda decade di aprile. Sotto gli strati da fusione di fine marzo e le varie croste di ghiaccio invernali (6 febbraio, 15 gennaio, 15-16 dicembre).

Il 26 aprile piove fino a 1900-2200 m di quota e il manto nevoso si umidifica molto, specie in superficie. La neve rimane umida fino a 2200 m, anche lungo i versanti in ombra, e le croste sono parzialmente portanti. Pioggia fino in quota (oltre i 2500 m) anche il 29 e il 30 aprile.

La sommatoria di neve fresca del mese di aprile è stata di poco inferiore alla media in quota, ma nella norma. Complessivamente sono caduti 60 cm nelle Dolomiti a 2000 m con punte anche di 90-100 cm nelle Pale di San Martino, 40-50 a 1600 m nelle Prealpi con punte di oltre 70 cm a Cima Portule.

Maggio

Il mese di maggio è stato freddo e caratterizzato da diverse giornate con brutto tempo, con nevicate in alta quota. Oltre i 2700 m, lo spessore della neve al suolo è aumentato fino alla terza decade del mese. Al di sotto dei 2500 m, la fusione è stata importante, anche lungo i versanti in ombra.

Il 7 maggio, ancora qualche rovescio nevoso (quota neve/pioggia 1600 -1900) con neve pallottolare.

L'11 maggio una profonda saccatura atlantica, giunge sulla nostra regione, accompagnata da correnti meridionali. Piove intensamente fino oltre i 2500 m, in abbassamento a 2100 m nella serata. I giorni successivi piove ancora, a tratti.

Fra martedì pomeriggio del 18 maggio e la mattina del 19, rovesci temporaleschi con limite neve/pioggia anche a 1600 m (Arabba) determinano apporti di neve anche di 20 cm (Monte Piana, Ra Vales, Piz Boè).

Il 24 maggio, un nuovo sistema frontale interessa la nostra regione ancora con pioggia e quale fiocco di neve oltre i 1700-1900 m.

Giugno

Durante la prima metà del mese, il manto nevoso sparirà su tutti i siti di misura della rete regionale. La copertura nevosa durerà più a lungo sui siti in alta quota, come Ra Vales (2660 m) e Piz Boè (2906 m) dove la neve sparirà i primi giorni di luglio (Fig.17).

SITUAZIONI DI PERICOLO

Nell'inverno 2020-2021 la situazione maggiormente usata è stata quella relativa al "vento", seguita da "neve ba-

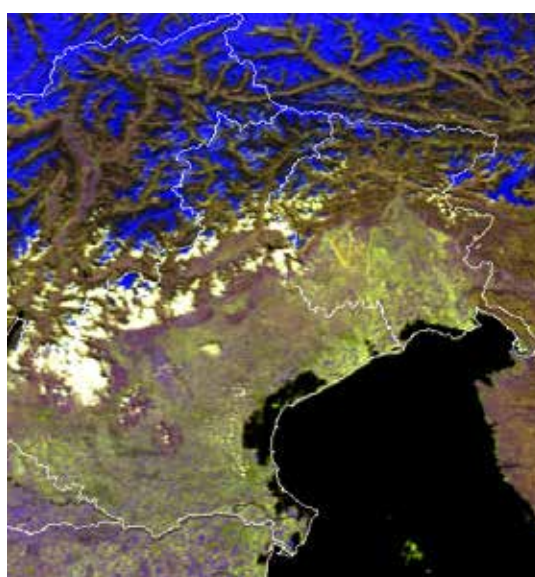


Fig. 16 - Ritaglio di una immagine MODIS del 24.04.2021 con una combinazione di bande RGB 267 che colora la neve di blu. La neve è confinata in quota e lungo i versanti settentrionali. Nella fascia prealpina è ben distinguibile l'attività cumuliforme.

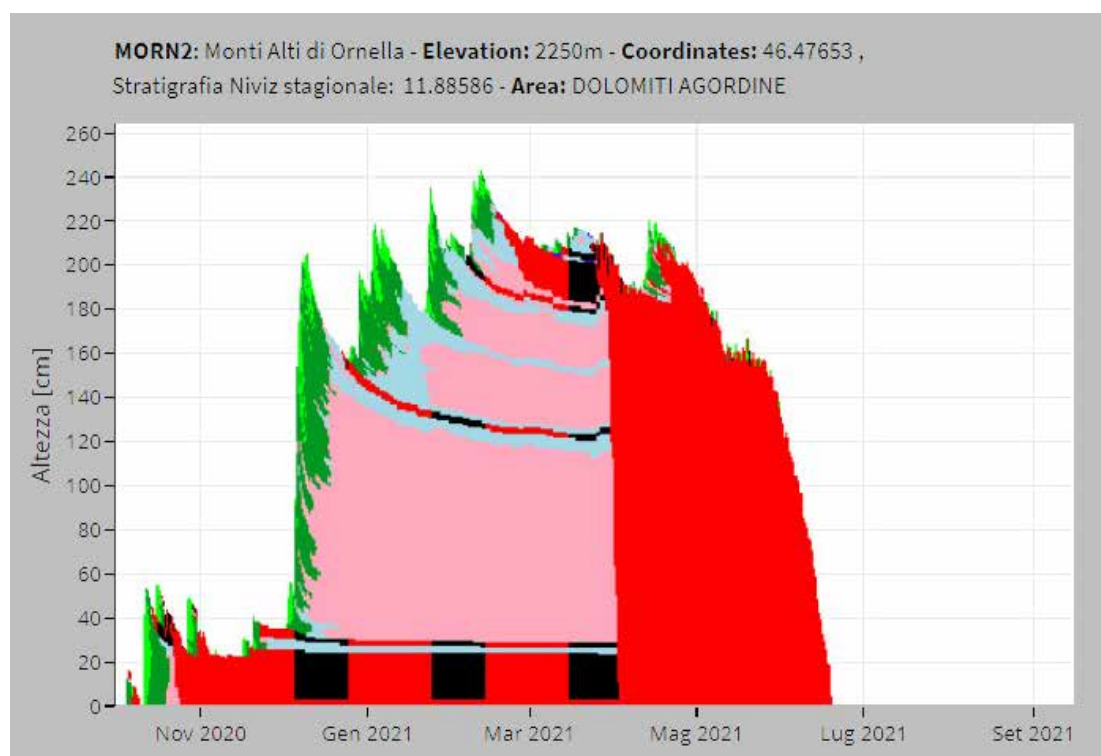


Fig. 17 - Simulazione del manto nevoso della stazione di Monti Altì di Ornella (Livinallongo del Col di Lana), quota 2250 m. I diversi colori rappresentano strati diversi come nelle stratigrafie di Cima Pradazzo.



Fig. 18 - Andamento per decade del grado di pericolo valanghe sulle Dolomiti e Prealpi venete.

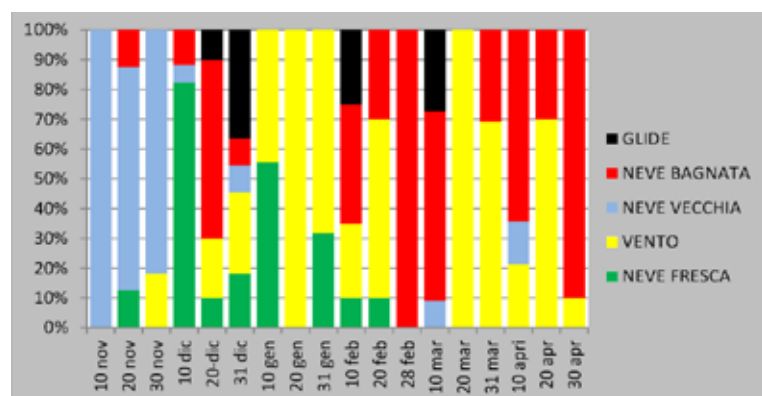
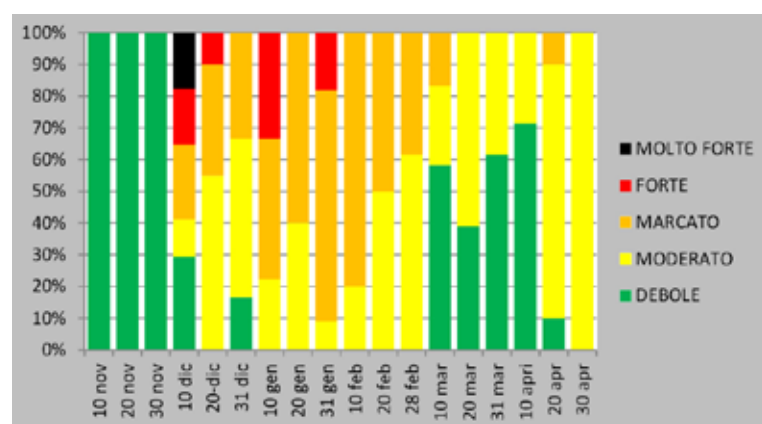


Fig. 19 - Andamento per decade delle "Situazioni tipiche da valanga" sulle Dolomiti e Prealpi venete.

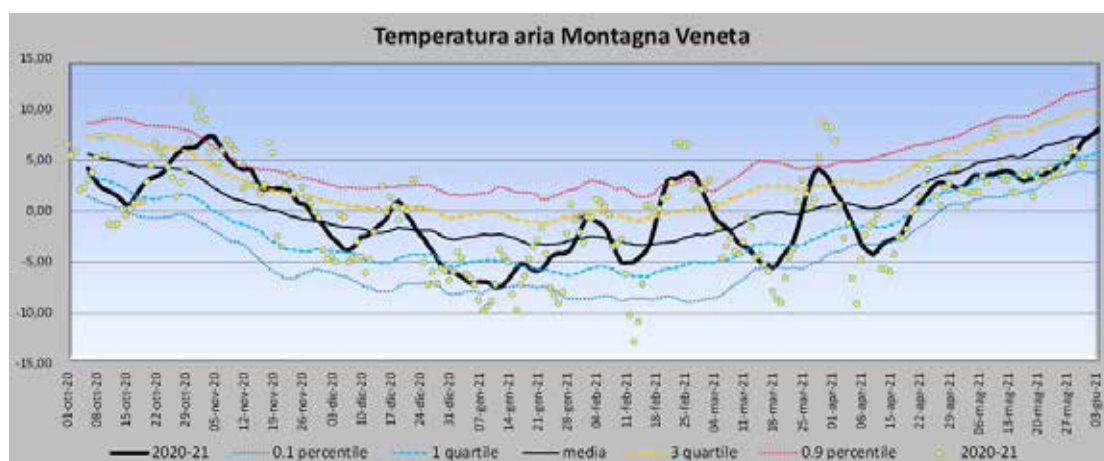
gnata", da "neve fresca" e da "neve vecchia" (strati deboli persistenti): in sintesi si può affermare che la stagione è stata ventosa, calda e con parecchie nevicate.

Andando ad analizzare i vari periodi (Fig.18), dopo il mese di novembre con la prevalenza delle situazioni "da neve vecchia", dovuta per lo più agli scarsi spessori di neve lungo i versanti in ombra, appare evidente la prima decade con situazioni "da neve fresca" come anche la prima decade di gennaio; le frequenti situazioni "da neve bagnata" di dicembre (seconda decade) e di febbraio (tutta la terza decade); le situazioni "da neve da slittamento" sono concentrate in 3 periodi precisi: nella seconda metà di dicembre, nella prima decade di febbraio e marzo. Questi periodi corrispondono a giornate miti con elevati spessori di neve al suolo. Le giornate ventose sono frequenti durante l'inverno, specie nella seconda decade di gennaio e poi di marzo.

GRADO DI PERICOLO VALANGHE E SITUAZIONI DI ALLERTA VALANGHE

I bassi gradi della scala di pericolo valanghe, 1-debole e 2-moderato, con il 66% delle giornate, sono stati quelli maggiormente utilizzati durante l'inverno. Anche il gra-

Fig. 20 - Andamento stagionale della temperatura dell'aria sulle Dolomiti. Dati delle stazioni in quota.



do 3-marcato è stato molto utilizzato, con il ben il 28% delle giornate. Il grado di pericolo 5-molto forte è stato presente nel 4% dei casi e il 4-forte nel rimanente 4%. La frequenza di utilizzo per decade (Fig.19) evidenzia bene il mese di novembre e parzialmente marzo e aprile come i mesi del grado 1-debole, mentre il suo estremo 5-molto forte è stato utilizzato nella prima decade del mese di dicembre in occasione delle grandi nevicate. Anche il grado 4-forte è stato utilizzato nei periodi delle nevicate. I rimanenti gradi, 2-moderato e 3-marcato, sono sparsi per l'inverno con il solo 2-moderato alternato all' 1-debole

dalla seconda decade di marzo, alla scomparsa della neve. Le situazioni di allerta sono state nei periodi delle nevicate, con una "criticità rossa" in una sola giornata (8 dicembre). La "criticità arancio" è stata nelle giornate con gradi di pericolo 4-forte, mentre la "criticità gialla" è stata utilizzata dopo i periodi delle nevicate o in occasione di valanghe da slittamento pericolanti su zone antropizzate. In totale, durante la stagione invernale, sono state 63 le giornate con una "criticità gialla" o superiore e precisamente: 1 giornata "rossa", 10 giornate "arancio" e 52 giornate con "criticità gialla".

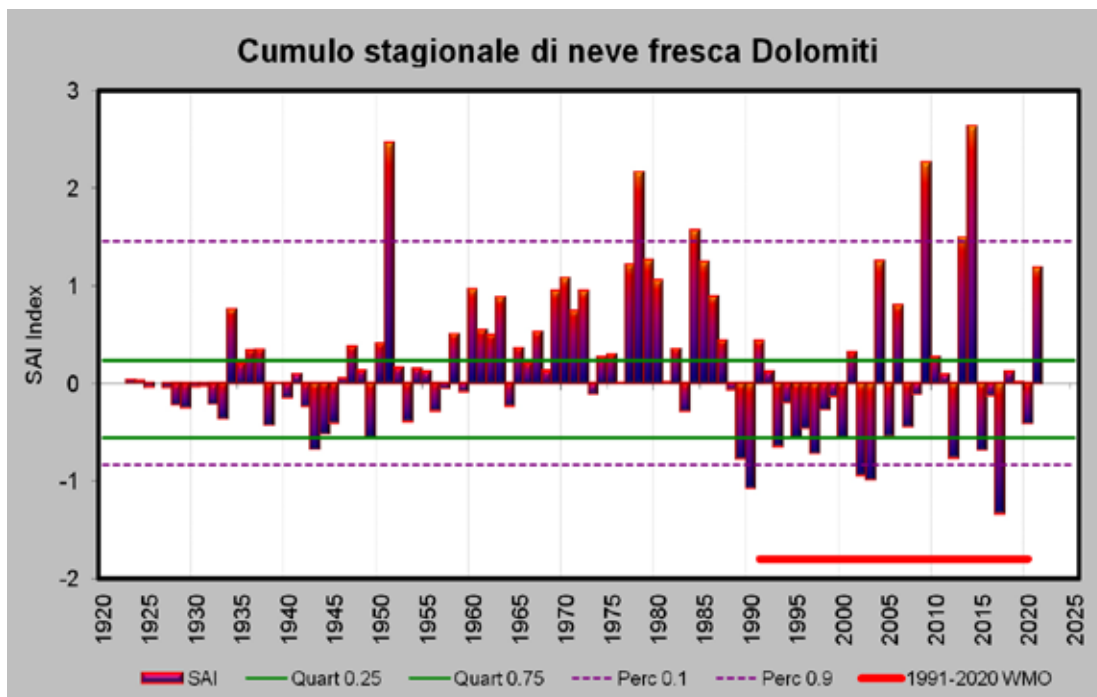
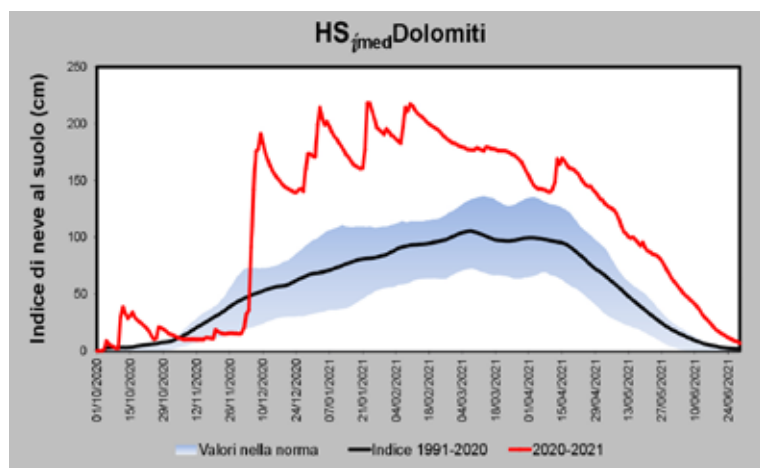


Fig. 21 - Cumulo di neve fresca stagionale espresso come SAI Index rispetto alla media 1991-2020.





Fig. 22 - Indice di spessore medio della neve al suolo per le Dolomiti HSImed, la fascia azzurra sono i valori nella norma sul periodo 1991-2020. La linea rossa la stagione invernale 2020-21.



- 26 gennaio, Arabba, Porta Doss, 1 sci alpinista in discesa
- 5 febbraio, Arabba, strada comunale Davedino-Sottighiazza, 1 mezzo sgombraneve travolto, ferito
- 8 maggio, Cortina, Tofana di Rozes - Punta Marietta, 1 alpinista travolto, ferito.
- 8 maggio, Dolomiti di Sesto - Comelico - canale Mascabroni, 1 scialpinista in salita, ferito.

ANDAMENTO GENERALE DI ALCUNI PARAMETRI

a. Temperatura dell'aria

Nella Figura 20 è possibile osservare l'andamento della temperatura dell'aria durante la stagione invernale, da ottobre 2020 ai primi di giugno 2021, come media delle stazioni delle Dolomiti.

Osservando i valori medi giornalieri (pallini gialli) è possibile vedere che sono state molte le giornate con valori oltre la linea punteggiata rossa (eventi rari) e anche oltre la omologa blu in basso. Spesso, questi estremi non sono eventi singoli ma fanno parte di periodi, come meglio esprime l'andamento della media mobile. La stagione è stata proprio caratterizzata da periodi molto miti come l'inizio dell'inverno, inizio e fine febbraio, fine marzo e inizio di aprile, ad altri freddi come a gennaio o dalla metà di aprile in poi. Le giornate più fredde sono state l'11, 12 e 13 febbraio mentre le più miti, dopo quelle di inizio novembre e di fine marzo, sono state il 23, 24 e 25 febbraio 2021.

b. Cumulo stagionale di neve fresca

L'indice SAI (Standardized Anomalie Index) (Fig.21), elaborato sulla base dei dati del trentennio 1991-2020 per il cumulo stagionale di neve fresca (HN), è positivo e con valori ben oltre la norma (oltre il 3° quartile). Dopo le precipitazioni di ottobre, a cui è seguito un novembre scarsamente nevoso, la maggior parte del cumulo stagionale di neve fresca è avvenuto con le precipitazioni della

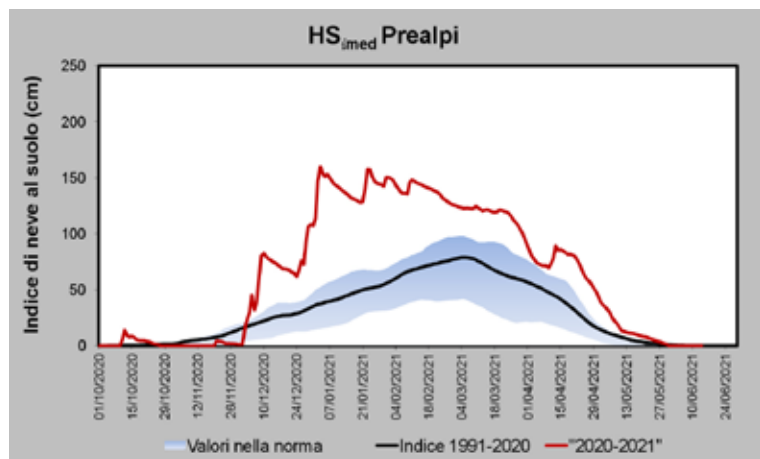


Fig. 23 - Indice di spessore medio della neve al suolo per le Prealpi HSImed, la fascia azzurra sono i valori nella norma sul periodo 1991-2020. La linea rossa la stagione invernale 2020-21.

INCIDENTI DA VALANGA

Nel Veneto sono noti 8 incidenti da valanga:

- 7 dicembre, Arabba lungo la strada comunale per Cherz, 1 mezzo sgombraneve travolto
- 9 gennaio, Cortina, Val Tranvenazes, 2 sci alpinisti in discesa, 1 morto
- 10 gennaio, Lessinia, Lobbia, 1 sci alpinista in discesa
- 13 gennaio, Arabba, Passo Pordoi, 1 sci alpinista in discesa, 1 morto

prima decade di dicembre, incrementato poi da quelle di fine dicembre e di gennaio. I mesi seguenti, ovvero da febbraio a maggio, sono stati poco nevosi.

c. Spessore del manto nevoso

Come si può osservare nel grafico (Fig. 22) delle Dolomiti, l' HSi-med è balzato subito oltre la norma con le nevicate di dicembre, per aumentare con le 4 successive principali nevicate e con quella di metà aprile. Molto evidente "lo scalino" dato dalla fusione di fine marzo.

Il grafico di HSi-med delle Prealpi (Fig. 23), è molto simile a quello delle Dolomiti, anche se le piogge del 5 dicembre hanno ridotto l'apporto di neve fresca della prima nevicata. Gli apporti nevosi di gennaio e inizio febbraio sono meno incisivi che nelle Dolomiti.

d. Copertura nevosa

In generale, la copertura nevosa nelle Dolomiti, rispetto alla media 1991-2021, è durata più di un mese alle quote inferiori ai 1500 m, 23 giorni in più nella fascia altimetrica

tra i 1500 e i 2000 m e 28 giorni oltre tale quota. Negli ultimi 10 anni è la quinta stagione con una durata del manto nevoso maggiore della norma. Nel trentennio, mediamente si colloca dopo l'inverno del 2004, 2009 e del 2013. Nella Figura 24 è possibile osservare l'andamento della estensione della copertura nevosa, in diversi momenti della stagione invernale, espressa come % di copertura di una fascia altimetrica rispetto alla sua superficie totale. L'elaborazione è effettuata utilizzando immagini da satellite (MODIS, elaborazioni CVA Arabba).

e. Risorsa idrica

Le abbondanti precipitazioni nevose di inizio inverno hanno garantito una buona riserva di risorsa idrica nivale in primavera, a fronte delle scarse precipitazioni.

L'indice SSPI (Standardized SnowPack Index) calcolato per il bacino del Piave è stato, per gran parte della stagione, oltre 2,5, per poi decrescere gradualmente in primavera (Fig.25).

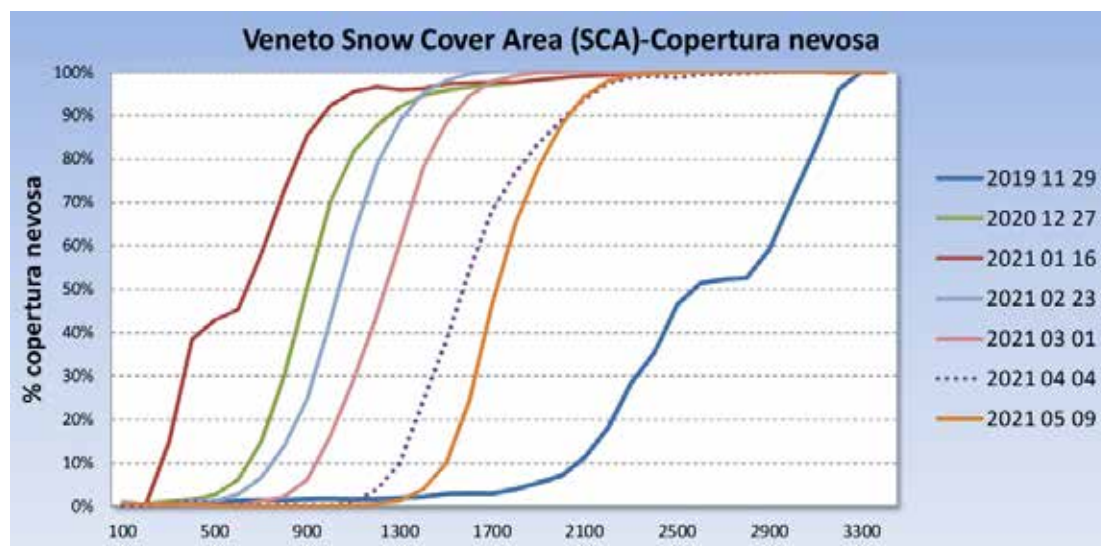


Fig. 24 - Indice di pericolosità dovuta all'innevamento e al numero di vittime in valanga della stagione invernale.

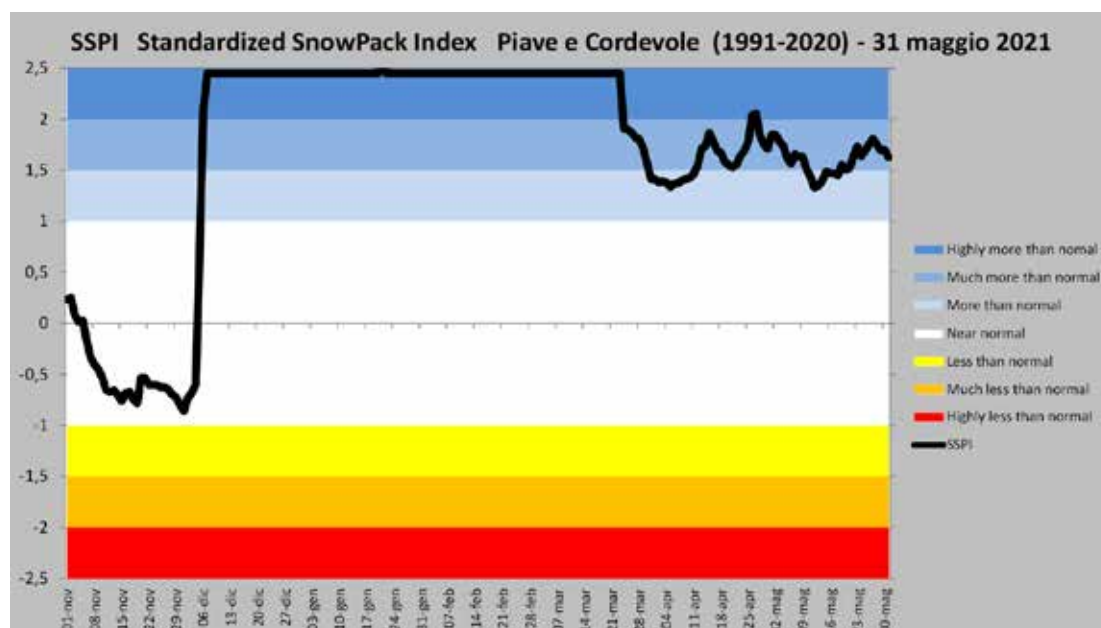


Fig. 25 - Indice di disponibilità della risorsa idrica nivale espresso come SSPI. La stagione ha sempre avuto una grande disponibilità di risorsa idrica (dati bacino del fiume Piave).



Paese di Aldeno,
in secondo piano
Cimone e le cime
del Monte Bondone.

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

**Walter Bezzo, Sergio Benigni,
Marco Gadotti, Gianluca Tognoni
e Mauro Gaddo**

Servizio prevenzione rischi - Ufficio
previsioni e pianificazione

Rendiconto:

<https://www.meteotrentino.it/#/content?menulitemDesktop=95>

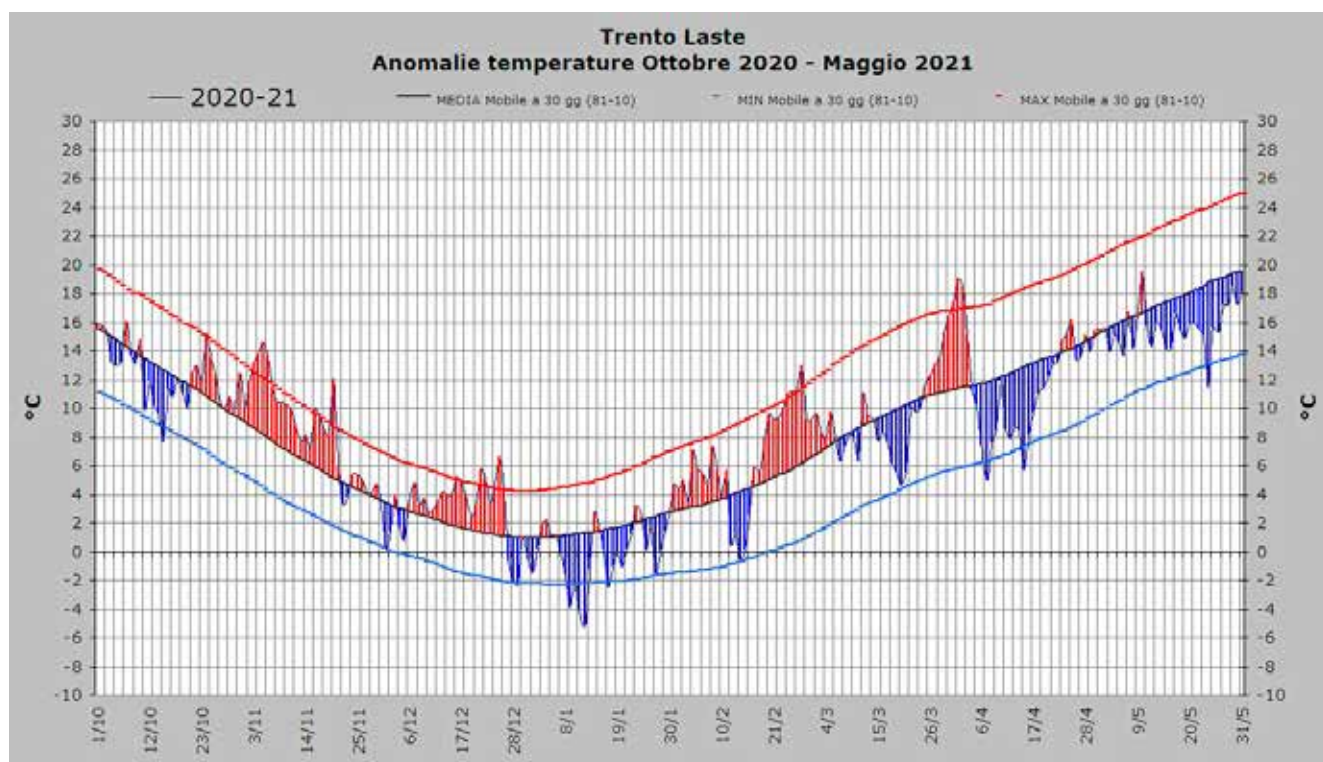
La stagione nevosa 2020 - 2021 è risultata molto lunga: iniziata ad ottobre con nevicate fino a media montagna, si è protratta fino a maggio, determinando una copertura nevosa del territorio trentino sopra la media, con l'eccezione del mese di novembre. A dicembre e gennaio in diverse località si sono più volte superati i massimi spessori di neve storici al suolo, favorendo la permanenza del manto nevoso fino a primavera inoltrata anche in assenza di nevicate significative da fine febbraio ad aprile. In quest'ultimo intervallo temporale singolari ma frequenti episodi nevosi hanno peraltro contribuito al mantenimento della neve fino alle quote medio-alte.

Nel complesso si può dire che la stagione nevosa 2020 - 2021 è stata caratterizzata dall'alternanza tra periodi perturbati e sereni, tra periodi relativamente caldi e periodi freddi e dalla registrazione di nuovi valori estremi nelle serie storiche.

TEMPERATURE E PRECIPITAZIONI

Il grafico di Figura 1 riporta le anomalie di temperatura della stazione Trento Laste: in rosso vengono presentate quelle positive dei periodi relativamente caldi e in blu quelle negative dei periodi relativamente freddi. Le linee rossa e blu rappresentano rispettivamente la media mo-

Fig. 1 - Anomalie di
temperatura della
stazione Trento Laste a
312 m s.l.m. rispetto alla
media (linea nera) del
trentennio di riferimento
1981 - 2010.



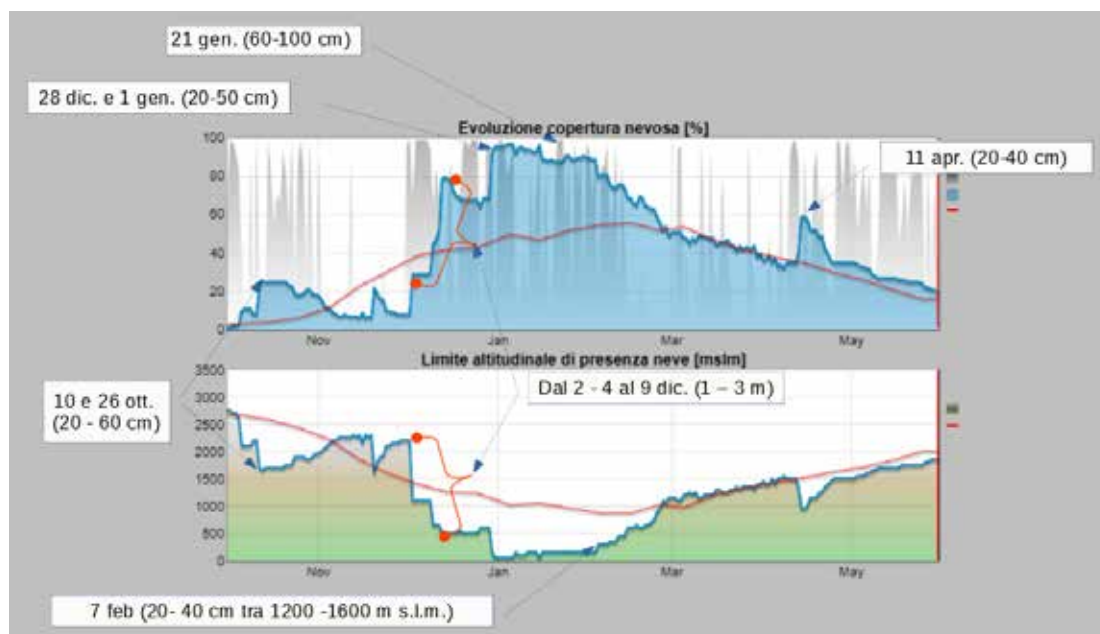


Fig. 2 - Andamento della copertura nevosa e della quota neve tra ottobre 2020 e maggio 2021 in Trentino con evidenziate le date e i quantitativi di neve fresca degli eventi meteorologici principali (elaborazione dei dati satellitari del sensore MODIS).

bile su 30 giorni dei valori estremi di massima e minima temperatura registrata nel trentennio di riferimento. Dal grafico si può notare l'oscillazione tra periodi freddi e periodi caldi, con il raggiungimento e superamento delle linee dei valori estremi.

In generale in Trentino ottobre è stato fresco e piovoso, sia rispetto alle medie di registrazione sia al mese precedente e a quello seguente. Infatti sia settembre che novembre sono stati tendenzialmente asciutti e relativamente caldi. La temperatura di dicembre è rimasta nella media mentre le precipitazioni sono state abbondanti principalmente a causa dell'evento meteorico iniziato venerdì 4 dicembre. Gennaio invece è stato molto piovoso e freddo, seguito da un febbraio mite con precipitazioni nella media e da un marzo asciutto e con temperature in linea con le medie attese. Aprile si è mostrato freddo e poco piovoso, con danni da gelo anche alle colture di fondovalle. Le temperature fresche si sono protratte fino a maggio con precipitazioni nevose anche alle quote medie.¹

NEVicate

La stagione è iniziata nei primi giorni di ottobre con nevicate forti e diffuse e spessori totali di neve fino a 40 cm. Le precipitazioni nevose sabato 10 ottobre hanno interessato anche le quote medie. Con la nevicata di lunedì 26 ottobre i fiocchi sono scesi fino ai 1500m circa e in alta quota si sono raggiunti spessori di 60 cm. L'evento nevoso principe della stagione si è verificato però tra venerdì 4 e mercoledì 9 dicembre², con precipitazioni diffuse molto forti e persistenti a carattere nevoso al di sopra dei 500 m di quota e con cumulate di neve fresca tra 1 e 3 m. Il mese di dicembre si è concluso con l'importante evento di lunedì 28 dicembre, con spessori tra

20 e 50 cm in grado di portare la neve anche nel Basso Sarca³. Il nuovo anno è poi iniziato con altri 20 - 40 cm di neve fresca fino a 500 metri di quota ed è continuato con deboli e sporadiche nevicate fino a fine mese, con l'eccezione dell'evento di giovedì 21 gennaio quando, in poco più di 48 ore, si sono osservati tra i 60 e i 100 cm di neve fresca. Gli ultimi episodi nevosi rilevanti dell'inverno si sono registrati il 7 e 10 febbraio, con spessori che hanno raggiunto i 40 cm oltre i 1000 metri. Poi ancora sporadiche e deboli nevicate fino all'evento primaverile di domenica 11 aprile: la quota neve è oscillata tra gli 800 e i 1800 m e sul terreno si sono registrati dai 20 ai 40 cm di neve fresca. L'ultima sezione del calendario delle nevicate evidenzia tutta una serie di eventi nevosi anche significativi alle quote medio alte che si presentano gli ultimi giorni di aprile e perdurano durante il mese di maggio.

COPERTURA NEVOSA

Nella Figura 2 i grafici prodotti dall'elaborazione delle immagini del satellite Modis nell'ambito del progetto CrioPat ci forniscono una rapida panoramica di tutta la stagione: il precoce innevamento di ottobre che ha faticato a superare un novembre caldo e asciutto, le importanti nevicate di inizio dicembre e di capodanno con la neve in fondovalle che è rimasta fino a febbraio.

Entrando nello specifico, nel grafico superiore la copertura nevosa (asse delle ordinate) è espressa come percentuale della porzione di territorio innevato rispetto alla superficie totale del Trentino; in quello inferiore il limite altitudinale rappresenta le quote più basse in cui si è riscontrata la presenza di neve al suolo. In entrambi i grafici la linea rossa rappresenta il valore medio dal marzo 2000 (periodo di rilevazione satellitare). Le om-

Fig. 3 - Trentino, 31 dicembre 2020. A sinistra l'immagine satellitare di Modis, a destra la mappa neve elaborata da CRIOPAT. Il 96% del territorio è coperto da neve, comprese le località costiere del Lago di Garda.

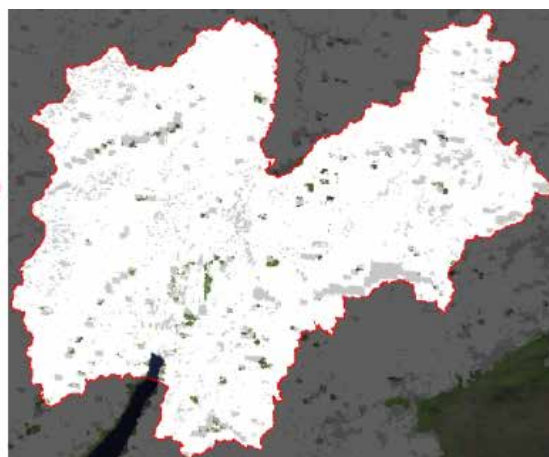
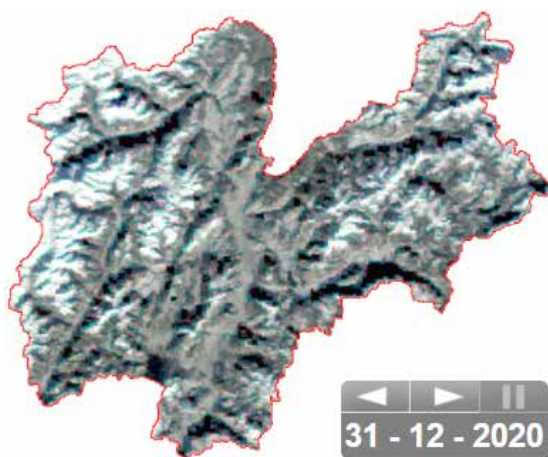


Fig. 4 - Trentino, gennaio 2021. A destra la mappa mensile della persistenza della neve al suolo. A sinistra la legenda con le classi di persistenza nella gradazione del verde in base ai giorni complessivi di copertura nevosa.

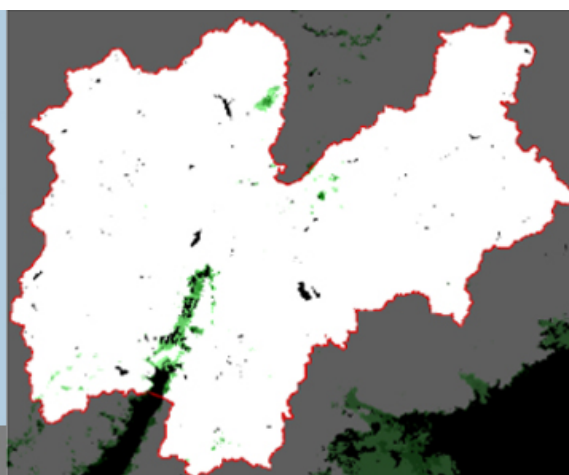
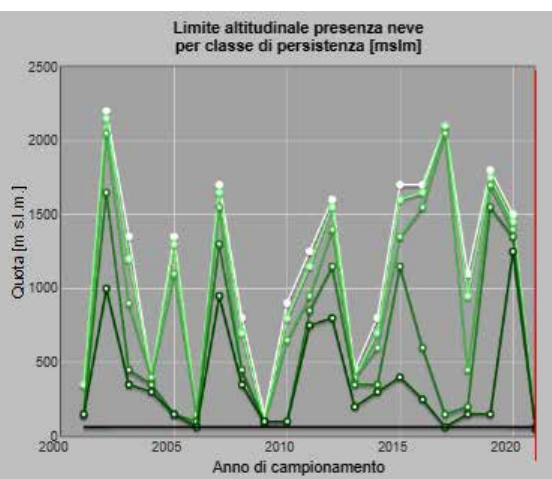
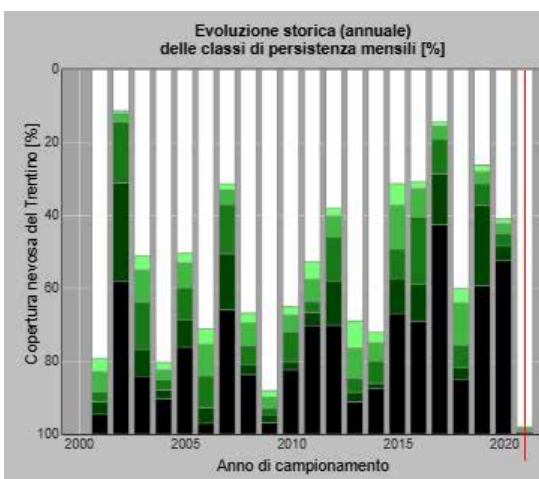


Fig. 5 - Evoluzione storica dal 2000 delle classi di persistenza per il solo mese di gennaio. A sinistra l'istogramma a barre sovrapposte per classe di persistenza indica per anno la percentuale di territorio Trentino attribuibile ad ogni classe. Si noti che nel gennaio 2021 si è verificata una copertura pressoché totale del Trentino (classe bianca con almeno 27 giorni al mese di copertura). Precedentemente era il gennaio 2009 ad avere il primato di maggior persistenza della neve al suolo. A destra il grafico del limite altitudinale della presenza di neve per ogni classe di persistenza rappresentata nella propria gradazione del verde. Si noti l'andamento altalenante che testimonia l'incertezza nel mese di gennaio dell'innevamento soprattutto alle quote medie e come nel gennaio 2021, analogamente al 2009, sia stato garantito innnevamento duraturo a tutte le quote.



breggiature grigie indicano invece le giornate durante le quali al passaggio del satellite vi è stata significativa copertura nuvolosa e quindi la determinazione delle statistiche risulta più incerta: la loro osservazione permette di intuire i periodi perturbati della stagione. Si può quindi constatare come ad ottobre la copertura nevosa abbia superato il 20% del territorio Trentino e i valori medi registrati dal 2000 e come in novembre sia scesa sotto il 10%, con assenza di neve fino a 2300 m circa. La media storica di copertura nevosa è poi stata ancora superata con l'evento nevoso di inizio dicembre, con la quota neve

a 500 m, e ulteriormente con quello del 28 dicembre, che ha portato la neve sulle rive trentine del Lago di Garda. (vedi Figura 3).

Il primo gennaio 2021 altri 20 – 40 cm di neve fresca sopra i 500 metri di quota hanno ulteriormente incrementato lo spessore del manto nevoso alle quote medio basse, garantendo la permanenza della copertura nevosa per tutto gennaio. A causa delle temperature sotto le medie stagionali e dell'abbondanza di neve caduta, il mese di gennaio è stato caratterizzato dalla presenza permanente di neve alle basse quote, come dimostra anche la mappa

di persistenza di Figura 4. Colorata nei toni di verde secondo la scala delle classi di persistenza descritta nella relativa legenda, tale mappa fornisce per celle territoriali di 250mx250m i giorni di permanenza della copertura nevosa in percentuale sul totale dei giorni del mese. Si può quindi notare che durante il primo mese dell'anno quasi l'intera provincia è tinta di bianco, con almeno 27 giorni con presenza di neve al suolo. Rimangono colorati nelle altre tinte del verde principalmente i territori del Basso Sarca, mitigati dal lago di Garda, imbiancati per almeno il 50% del periodo mensile. La Figura 5 permette di contestualizzare questa informazione in una cornice storica di vent'anni. Da essa si può comprendere come questo gennaio sia stato molto particolare, abbia superato quello del 2009 e rimanga difficilmente superabile in termini di persistenza della neve. Ritornando al grafico superiore di Figura 2, si può osservare che la percentuale di territorio coperto da neve è stata ampiamente sopra la media,

con neve fino ai 500m per tutto gennaio e la prima parte di febbraio, fino a quando un repentino aumento delle temperature e l'assenza di precipitazioni significative ha riportato la situazione nella media. L'evento nevoso dell'11 aprile, infine, ha riportato la presenza di neve fino a 1000 m circa mentre le perturbazioni primaverili hanno mantenuto la copertura nevosa sopra la media fino all'inizio dell'estate.

DATI RACCOLTI NEI CAMPI NEVE

Si riportano di seguito (Figura 6 e Figura 7) i grafici degli spessori di neve fresca e di neve al suolo osservati presso i campi neve di Passo Tonale a quota 1880 m s.l.m. e presso Passo Rolle a quota 2012 m s.l.m. Il primo è collocato nel Trentino occidentale mentre il secondo in quello orientale. In entrambi i grafici è evidente la fase iniziale con spessori veramente consistenti di neve al suolo a inizio dicembre assieme agli altri due periodi che hanno determinato un

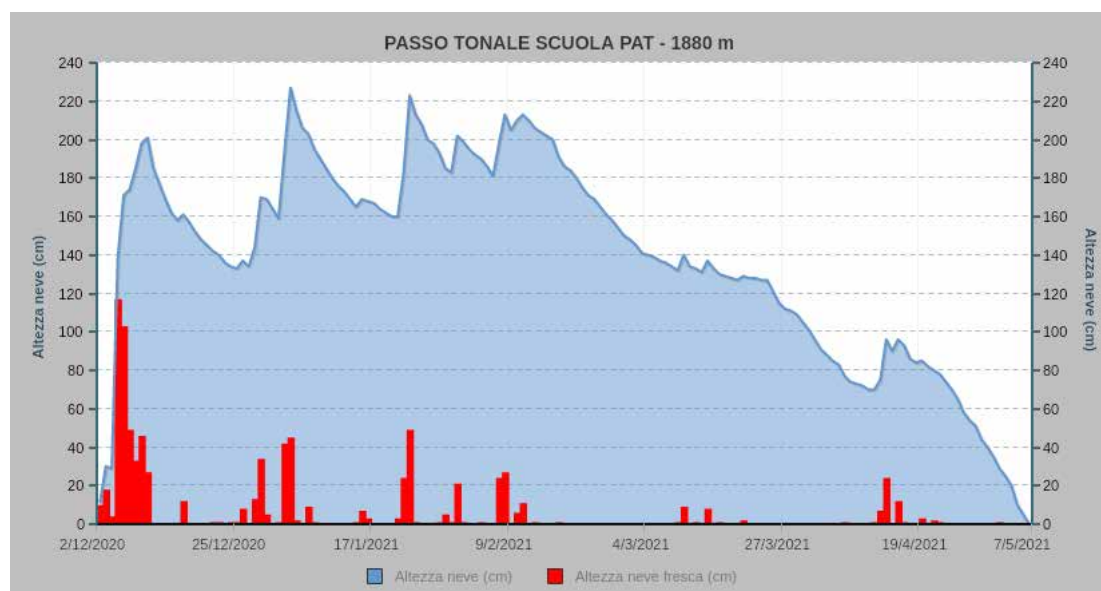


Fig. 6 - Osservazione degli spessori di altezza neve al suolo (in azzurro) e di neve fresca (in rosso) misurati giornalmente da dicembre a maggio nella stagione 2020-2021 sul campo neve di Passo Tonale a 1880 m s.l.m.



Fig. 7 - Osservazione degli spessori di altezza neve al suolo (in azzurro) e di neve fresca (in rosso) misurati giornalmente da dicembre a maggio nella stagione 2020-2021 sul campo neve di Passo Rolle a 2012 m s.l.m.

Fig. 8 - Cumulata di neve fresca in centimetri caduta in dicembre nelle stagioni dal 1958/59 al 2020/21 sul campo neve di Passo Valles. Con linea giallo ocra a 100 cm viene indicata la quantità media cumulata di neve fresca caduta mediamente nel periodo di monitoraggio.

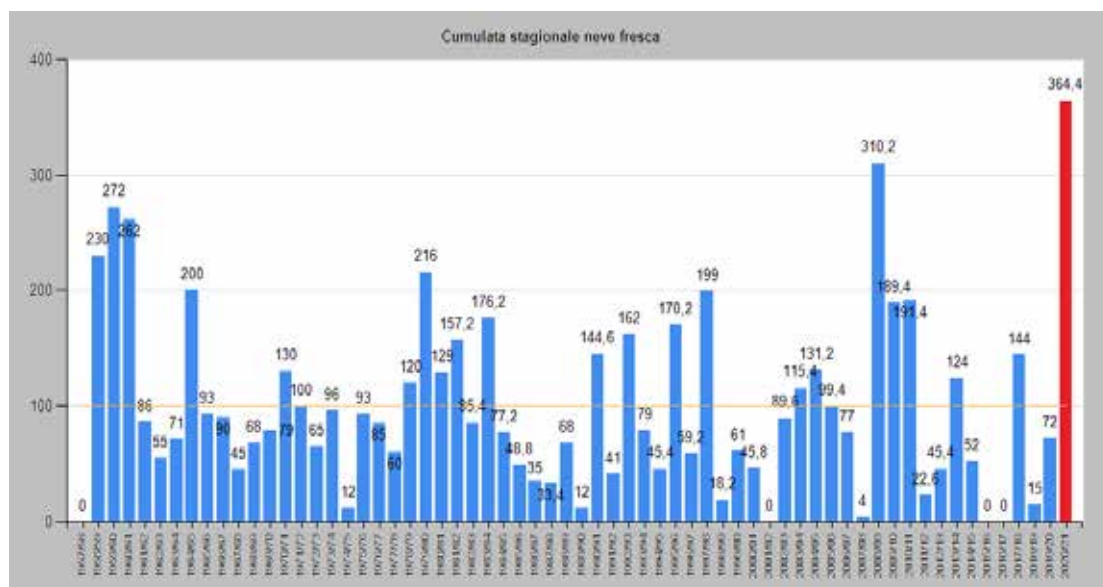
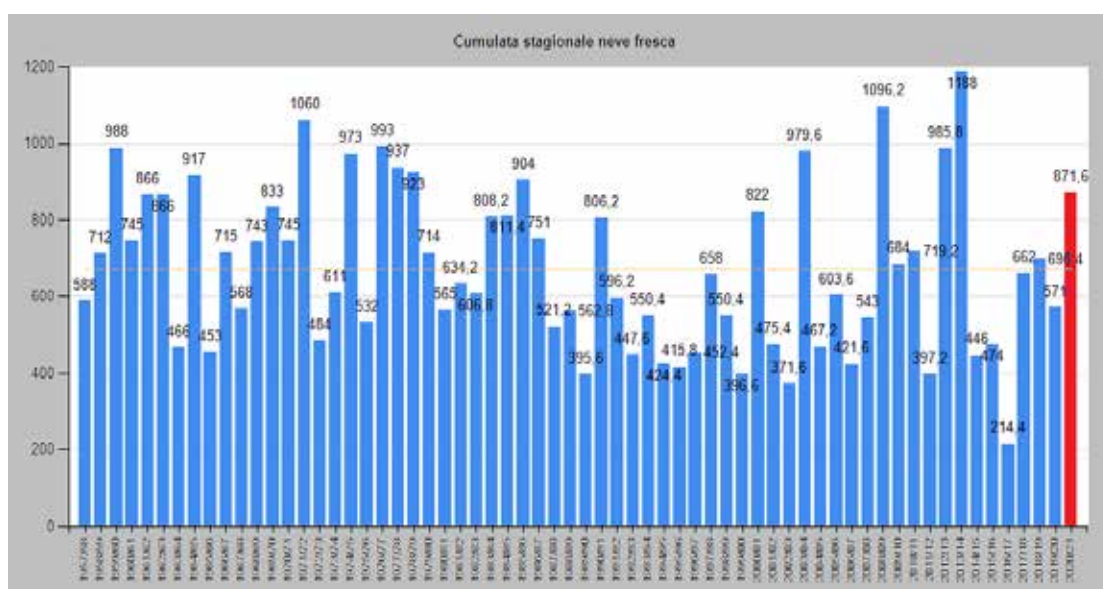


Fig. 9 - Cumulata di neve fresca in centimetri caduta da ottobre a maggio nelle stagioni dal 1957/58 a quella corrente 2020/21 sul campo neve di Passo Valles. Con linea giallo ocra a circa 670 cm viene indicata la quantità media cumulata di neve fresca caduta mediamente nel periodo di monitoraggio.



ulteriore incremento del manto nevoso: capodanno e fine gennaio. Da febbraio è poi iniziata una progressiva riduzione degli spessori, interrotta solo dall'episodio di metà aprile. Passo Tonale ha registrato un massimo di neve al suolo di poco superiore ai 220cm mentre Passo Rolle ha ripetutamente superato i 240 cm. La riduzione del manto nevoso del primo campo è stata più repentina perché, essendo ad una quota inferiore, è stato interessato da piogge e fusioni da caldo più consistenti. La Figura 8 riporta la serie storica della cumulata di neve fresca relativa al solo mese di dicembre, a partire dal 1958, per il campo neve di Passo Valles. Da tale rappresentazione è evidente il primato in termini di abbondanza di neve fresca per il dicembre 2020. Il successivo grafico di Figura 9, che rappresenta la cumulata di neve fresca per l'intera stagione sempre di Passo Valles, evidenzia che complessivamente la stagione è stata abbondantemente sopra la media ma non in modo eclatante.

CONSIDERAZIONI NIVOLOGICHE

Per quanto riguarda le caratteristiche del manto nevoso bisogna sicuramente considerare come la quota e le condizioni climatiche e meteorologiche ad essa correlate abbiano determinato differenze sostanziali. Nelle figure che seguono (Figg. 10 e 11) vengono rappresentati i grafici di evoluzione puntuale del manto nevoso simulato con il modello SnowPack presso alcune stazioni automatiche opportunamente attrezzate. Tali grafici, sebbene specifici del luogo monitorato, permettono di fare alcune considerazioni generali dell'effetto della quota sul manto nevoso. I grafici riportano il variare dello spessore del manto nevoso e l'evoluzione della forma dei grani di neve in esso contenuti durante la stagione. I colori permettono di differenziare i cristalli di precipitazione (tonalità del verde) da quelli di metamorfismo a basso (rosa) o alto gradiente di temperatura (azzurro-blu) e dalle forme di fusione (rosse).⁴

La Figura 10 mostra l'evoluzione del manto nevoso e del suo spessore presso la stazione nivometeorologica di Passo Brocon (1610 m s.l.m.) posta tra la Valsugana ed il Primiero alle quote medio basse. Il grafico evidenzia gli incrementi pronunciati dello spessore della neve al suolo in concomitanza delle precipitazioni nevose (cristalli di precipitazione verde) e il rapido consolidamento ad opera delle temperature relativamente miti (cristalli da fusione rossi). Alle quote medie l'unico periodo in cui la neve ha subito trasformazioni nel regime delle temperature fredde è stato gennaio (cristalli angolari in blu chiaro – carta da

zucchero) con formazioni di croste superficiali da fusione e rigelo; l'aumento successivo dell'energia solare radiante sulla stazione esposta a sud, sud-est per effetto del progressivo aumento delle ore di luce e le ondate di caldo di fine febbraio hanno determinato la fusione del manto fino all'episodio di aprile. Nel corso della stagione il manto nevoso è stato interessato soprattutto da valanghe da slittamento nei periodi di maggior fusione.

La Figura 11 riporta la simulazione dell'evoluzione del manto nevoso della stazione nivometeorologica del Rifugio Graffer (2258 m s.l.m.) a Madonna di Campiglio. Qui si

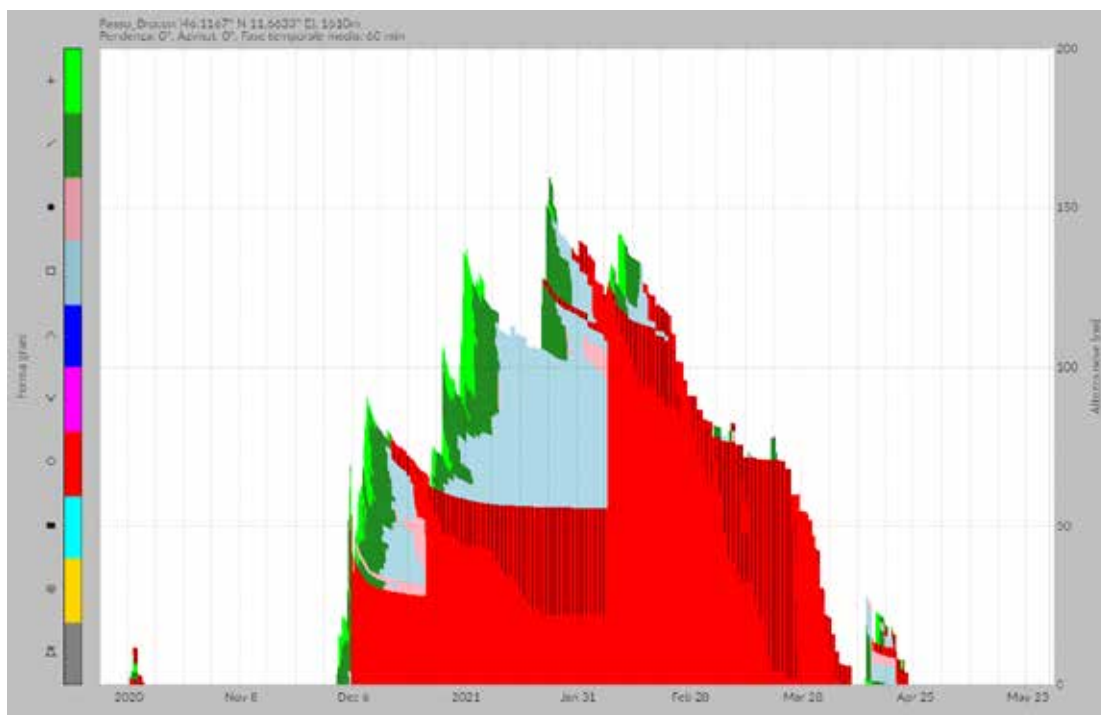


Fig. 10 - Grafico di evoluzione del manto nevoso durante la stagione 2020-2021 simulato presso la stazione automatica di Passo Brocon con il modello svizzero SnowPack. A sinistra la legenda con simboli e colori che identificano i cristalli di trasformazione della neve. [4]

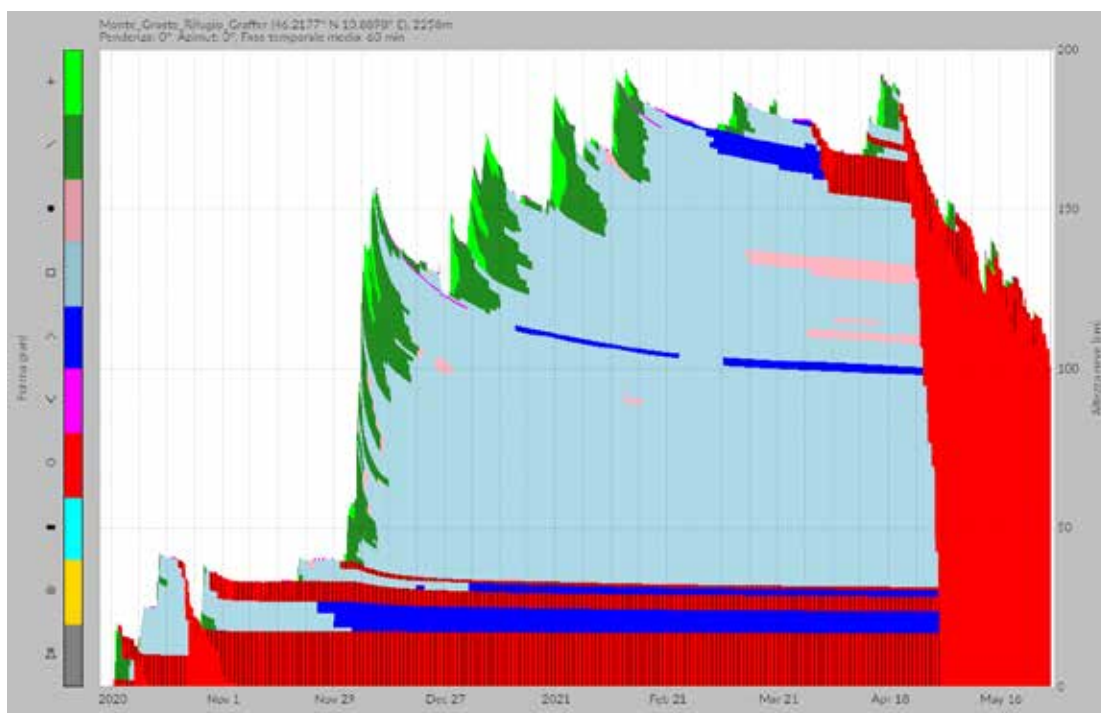


Fig. 11 - Grafico di evoluzione del manto nevoso durante la stagione 2020-2021 simulato presso la stazione automatica del Rifugio Graffer con il modello svizzero SnowPack. A sinistra la legenda con simboli e colori che identificano i cristalli di trasformazione della neve. [4]

RELAZIONI

nota subito come la quota più elevata del sito di monitoraggio abbia permesso la conservazione del manto nevoso di ottobre con croste da fusione e rigelo superficiali che hanno poi interessato il fondo grazie anche a successivi eventi di pioggia. Il manto così strutturato è stato poi caricato da grossi quantitativi di neve fresca che hanno favorito distacchi di valanghe anche di dimensioni molto grandi che sono riuscite ad interessare gli strati umidi al fondo. Brine di profondità (cristalli di colore blu) si sono formate nel periodo invernale tendenzialmente sotto le croste da fusione e rigelo o da vento, favorite dalla neve umida sepolta e da gradienti di temperatura localmente significativi. Brine superficiali sepolte dalla neve (cristalli colore fucsia) si sono formate a causa dei flussi umidi

atmosferici legati alle perturbazioni. Queste formazioni, insieme all'azione di trasporto eolico della neve, hanno favorito la produzione di valanghe a lastroni superficiali. Ai fini dell'aumento del pericolo valanghivo l'azione eolica è stata in genere determinante, soprattutto per la notevole quantità di neve fresca disponibile al trasporto.

INCIDENTI DA VALANGA

Come spesso accade, ad un forte innevamento come quello di questa stagione 2020 - '21 non sempre corrispondono altrettanto eccezionali attività valanghive o incidentistiche, il cui verificarsi è in realtà influenzato, specie per gli incidenti, anche da altri fattori, fra cui il vento e la temperatura. L'attività eolica ha in particolare creato

Fig. 12 - Elenco degli incidenti da valanga registrati in provincia di Trento durante la stagione 2020-'21.

Fig. 13 - Foto dell'area di distacco della valanga del 3 gennaio 2021 sul Catinaccio nelle Dolomiti di Fassa (autore: CNSAS Trentino).

DATA	PROVINCIA	LOCALITÀ	CATEGORIA	TRAVOLTI	ILLESI	FERITI	MORTI
03/01/2021	TN	Val di Fassa Dolomiti-Catinaccio-fra passo Cigolade e rifugio Gardeccia	Sci alpinista in discesa	1	1	0	0
12/01/2021	TN	Monte Bondone di Trento - Cima Verde	Sci alpinista in discesa	1	0	1	0
19/01/2021	TN	Cima Tombola Nera (2413 m s.l.m.)	Sci alpinista in discesa	2	1	1	0
23/01/2021	TN	Val dei Mocheni sul dosso di Costalta versante ovest	Sci alpinista in discesa	4	3	1	0
22/02/2021	TN	Lagorai - Monte Fregasoga versante val Cadino	Sci alpinista in discesa	1	0	0	1
08/05/2021	TN	Val di Sole tra Palon de la Mare e il bivacco Rosole nel gruppo dell'Ortles Cevedale	Sci alpinista in discesa	1	0	1	0





Fig. 14 - Foto dell'ingresso al pendio interessato alla valanga del 12 gennaio 2021 sulla Cima Verde del Monte Bondone.

spesso significativi accumuli, mentre la temperatura lungo tutta la stagione ha favorito in modo molto significativo e diffuso i fenomeni di scivolamento del manto nevoso, fino a determinarne in alcuni momenti la totale perdita di stabilità e la conseguente formazione di valanghe di neve bagnata. Altro fattore decisivo ma non di matrice nivologica, è stato il blocco da parziale a totale delle attività sportive e ricreative di montagna, in particolare quelle sciistiche ed escursionistiche, dovuto alla pandemia. Gli incidenti noti con il coinvolgimento di persone, tutte impegnate in attività sportiva, in particolare nella categoria scialpinismo, sono stati in totale sei (Tabella di Fig. 12). Molto probabilmente il numero degli incidenti realmente accaduti potrebbe anche essere superiore poiché quelli con conseguenze meno gravi e che non richiedono l'attivazione di soccorsi esterni spesso non vengono resi noti dai diretti interessati; comportamento che quest'anno può essere stato ulteriormente incentivato per il timore di sanzioni conseguenti alle restrizioni vigenti sugli spostamenti.

3 gennaio 2021: Dolomiti di Fassa – Catinaccio

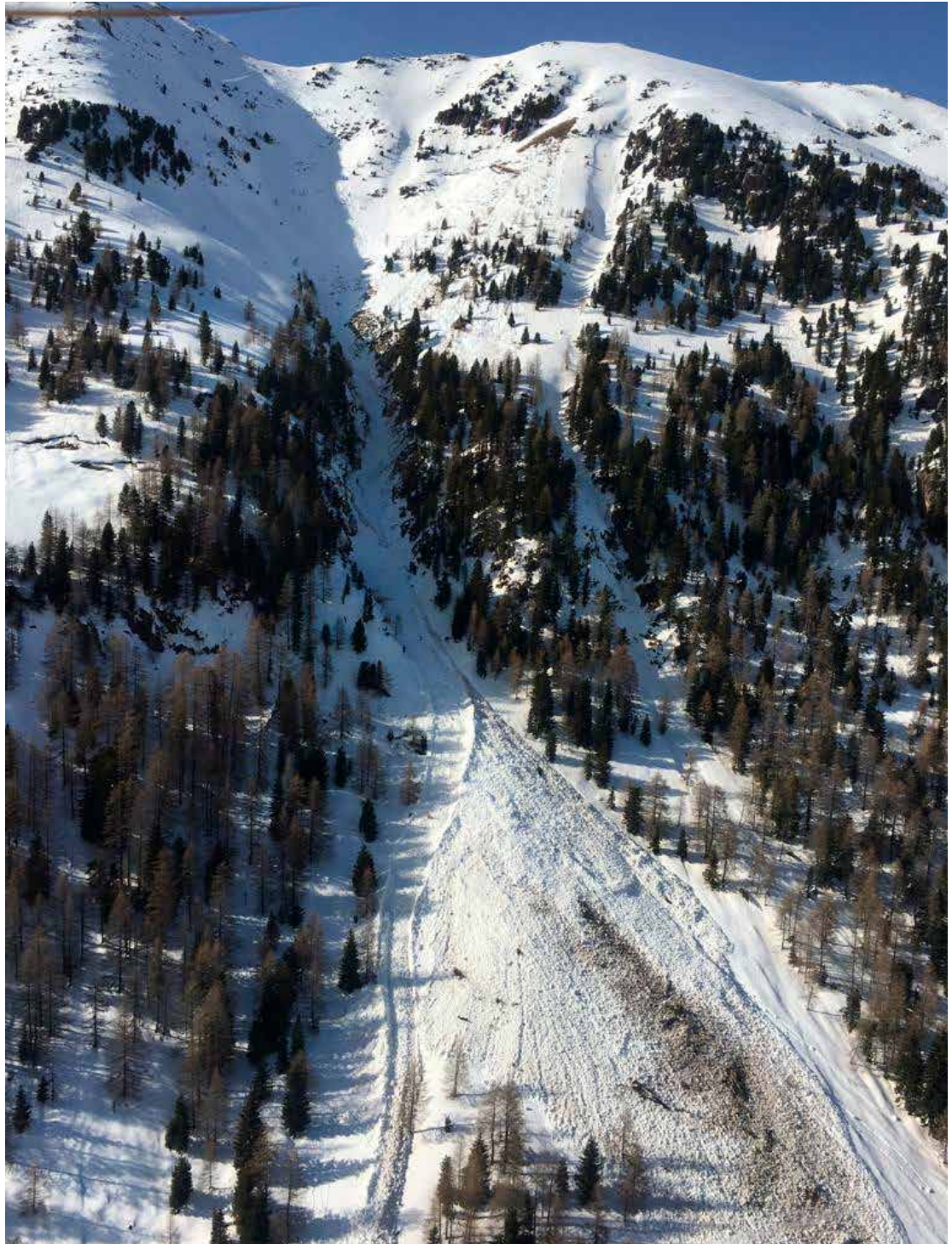
L'incidente da valanga è avvenuto verso le 11:30 di domenica 3 gennaio nella zona del Catinaccio, sul versante esposto a nordest in Val di Fassa, fra il passo delle Ci-

golade e il rifugio Gardeccia ad una quota di circa 2100 m (foto Figura 13). Il travolto, un noto freerider, guida alpina e snowborder molto esperto, è stato estratto illeso in brevissimo tempo dai compagni, sopraggiunti da monte e impegnati con lui in una classica discesa della zona. La valanga a lastroni soffici è stata stimata con un fronte e una lunghezza di un centinaio di metri e lo spessore al distacco di circa 30-50 cm su un totale di 120 cm di neve al suolo, di cui una decina di neve fresca. Al momento dell'incidente il cielo era molto nuvoloso e da poco aveva smesso di nevicare. Il travolto, sepolto da circa 2 metri di neve, è stato estratto dai compagni e assistito dal Soccorso Alpino che lo ha trasportato in ospedale per accertamenti.

12 gennaio 2021: Monte Bondone – cima Verde

Martedì 12 gennaio il teatro dell'incidente sul Monte Bondone è stato un pendio esposto a ovest, molto ripido con pendenze di 45° all'ingresso (Figura 14), a circa 2050 m di quota. Lo scialpinista, intenzionato a effettuare una discesa fino alla sottostante Val del Merlo, in prossimità dell'ingresso del pendio è stato tradito dalla rottura di un piccolo e duro lastrone da vento simile a una cornice. Trascinato a terra, dopo un salto di roccia e una scivolata

Fig. 15 - Foto della valanga del 19 gennaio 2021 sulla cima Tombola Nera nella catena del Lagorai (Meteotrentino).



complessiva di 300 metri di dislivello è stato soccorso dal tecnico dell'elisoccorso che nel frattempo era stato allertato dai due compagni rimasti illesi sulla cima. Il travolto aveva Artva e casco ed è sempre rimasto in superficie riportando solo lievi ferite.

19 gennaio 2021: gruppo del Lagorai – cima Tombola Nera

Nella tarda mattinata di martedì 19 gennaio un escursionista in quota sulla catena del Lagorai sul versante est della cima Tombola Nera verso Malga Sorgazza, è stato

portato a valle da un fronte nevoso di alcune decine di metri. Il travolto è rimasto sempre in superficie, trasportato a valle su un blocco di neve del lastrone che inizialmente ha interessato solo gli strati superficiali. Questo gli ha permesso di gridare e favorire i soccorsi da parte delle persone presenti che hanno prima allertato il soccorso organizzato, intervenuto da Trento con l'elicottero, e poi si sono recate sul luogo di seppellimento per liberarlo. La valanga (Figura 15), inizialmente superficiale, ha interessato anche gli strati deboli più profondi fino allo strato critico di grani sfaccettati posti a 60 cm circa dalla su-

perficie, sotto una crosta dura da fusione e rigelo che si era formata a fine dicembre 2020. Lo spessore iniziale del distacco è stato di 15-20 cm, la lunghezza della valanga di 150-170 m, e la larghezza di circa 60 m. Il gruppo era formato da tre scialpinisti in discesa: uno è rimasto travolto e semisepolto, il secondo, che è stato parzialmente coinvolto dalla massa nevosa in movimento, ha perso solo un bastoncino, il terzo è riuscito a non essere coinvolto.

23 gennaio 2021: gruppo del Lagorai- dosso di Costalta

Sabato 23 gennaio sopra il limitare del bosco a una quota di circa 1850 m una valanga con un fronte di circa 40 metri e uno scorrimento di circa 60 metri si è staccata sul Dosso di Costalta lungo il versante ovest verso l'altopiano di Pinè, coinvolgendo un gruppo di quattro scialpinisti che si trovava poco più sotto, nel bosco. L'allarme al 112 è stato lanciato verso le 12.45 da uno dei quattro scialpinisti che è stato travolto solo parzialmente. La valanga molto probabilmente è stata provocata dagli stessi scialpinisti in discesa su un lastrone soffice da vento di medie dimensioni. Due dei quattro scialpinisti rimasti fuori dalla valanga hanno dapprima individuato e dissepellito uno dei travolti e subito dopo hanno cominciato le ricerche del quarto compagno con l'Artva. Giunto sul posto l'elicottero ha verricellato il tecnico di elisoccorso e il medico mentre gli scialpinisti stavano estraendo il quarto compagno ancora cosciente. Tutti e quattro gli scialpinisti sono stati recuperati a bordo dell'elicottero. Due illesi sono stati elitrasportati a Baselga di Pinè, mentre gli altri due sono stati trasferiti all'ospedale di Trento per accertamenti.

22 febbraio 2021: gruppo del Lagorai - Monte Fregasoga

Lunedì 22 febbraio un gruppo di 4 scialpinisti impegnato nella discesa dal Monte Fregasoga è stato interessato dal distacco di un lastrone di superficie. La massa nevosa è

partita da una quota di 2.200 metri lungo il versante est con una pendenza di circa 35°, verso la Val Cadino, trascinando a valle per 500 metri e seppellendo completamente un membro della comitiva. Gli altri tre compagni di escursione non sono stati investiti ed hanno allertato il 112 poco prima delle 12.30, iniziando subito la ricerca con l'Artva (Figura 16) ma la persona travolta è stata estratta deceduta.

8 maggio 2021: gruppo del Cevedale-Palon de la Mare

Sabato 8 maggio una valanga con un fronte di circa 100 metri e una lunghezza di circa 200 metri si è staccata a una quota di 3.200 m.s.l.m. tra il Palon de la Mare e il bivacco Rosole nel gruppo dell'Ortles Cevedale. La valanga, un lastrone di superficie, si è staccata nel primo pomeriggio su un pendio molto ripido esposto a nordest. Una scialpinista in fase di discesa è stata investita di striscio e trascinata a valle rimanendo fortunatamente sempre in superficie. Nessuno degli altri scialpinisti che erano con lei sono stati investiti dal distacco nevoso, hanno quindi potuto soccorrerla e chiamare verso le 14:40 il 112, visto anche il trauma all'arto inferiore che si è procurata con la caduta.

Fig. 16 - Foto della valanga del 22 febbraio 2021 sul Monte Fregasoga nella catena del Lagorai (Meteotrentino).



Riferimenti e note bibliografiche

¹ www.meteotrentino.it - Rapporto mensile (Sezione Pubblicazioni - Meteorologia - Analisi meteorologiche mensili)

² www.meteotrentino.it - ""Precipitazioni abbondanti dal 4 al 9 dicembre 2020"" (Sezione Pubblicazioni - Meteorologia - Storico eventi meteo significativi)

³ www.meteotrentino.it - ""Precipitazioni abbondanti di fine dicembre e primi di gennaio"" (Sezione Pubblicazioni - Meteorologia - Storico eventi meteo significativi)

⁴ International Classification for Seasonal Snow on the Ground - IACS, 2008

Sotto:

Foto 1 - Panorama da Cima Solda (3376 m) verso nord e verso Solda. Sulle montagne alla fine del mese era inverno profondo e le prime gite di sci alpinismo erano già possibili. Anche a Solda paese, a 1900 m c'era una copertura di neve continua. (Foto: Servizio valanghe Alto Adige, 28.10.2020).



Foto 2 - Immagine da Webcam dal comprensorio sciistico Jochtal. I cerchi rossi evidenziano piccole valanghe di slittamento (Foto: 30.10.2020, <https://www.gitschberg-jochtal.com/de/service-info/webcams.html>).



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO

Sarah Graf, Lukas Rastner, Fabio Gheser
Ufficio Meteorologia e Prevenzione Valanghe

INTRODUZIONE

L'inverno 2020/21 verrà ricordato soprattutto per le nevicate estreme dei primi giorni di dicembre. La situazione valanghiva in quel breve periodo è stata estremamente critica. Con la straordinaria quantità di neve, molte valanghe sono scese spontaneamente e in alcuni casi hanno raggiunto anche zone abitate. Queste nevicate hanno

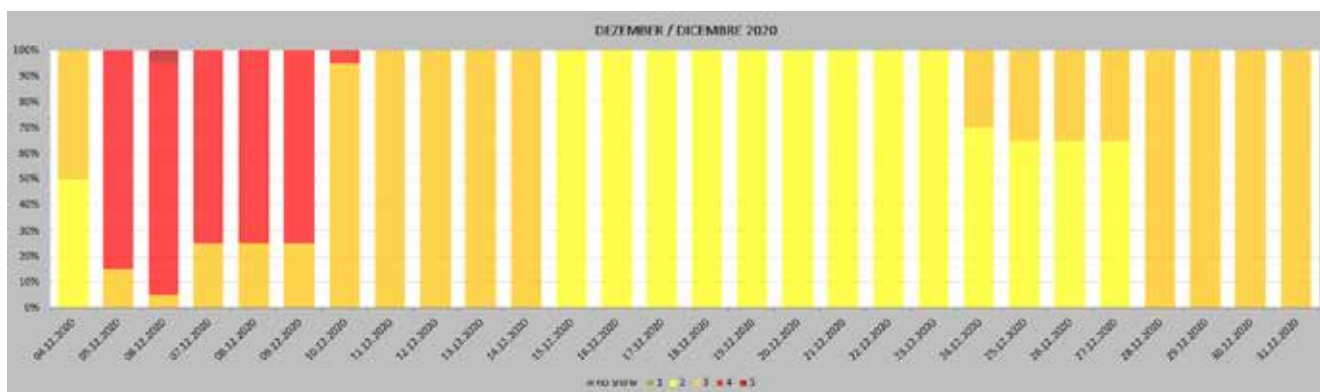
posto le basi per un inverno che passerà agli annali come estremamente nevoso. A causa della pandemia Corona, le stazioni sciistiche non hanno potuto aprire, ed inoltre era temporaneamente vietato lasciare il proprio comune di residenza. Anche gli sport invernali quindi erano limitati al proprio comune. A causa dell'abbondanza di neve e del mese di maggio con tempo variabile, la stagione è stata più lunga del normale. Molte gite sci alpinistiche potevano ancora essere iniziate dal fondovalle anche alla fine di maggio.

Nella stagione 2020/21 sono stati registrati 19 incidenti da valanga. Dieci persone sono state ferite e quattro sono decedute.

RETROSPETTIVA MENSILE

Ottobre

Ottobre 2020 è stato l'ottobre più freddo degli ultimi 10 anni, con temperature in tutto l'Alto Adige di circa un grado sotto la media del lungo periodo. Le precipitazioni in ottobre sono state il doppio del normale. Il primo evento di precipitazione eclatante si è verificato all'inizio del mese (2 e 3 ottobre), causando colate di fango, vento e inondazioni. Le precipitazioni si sono concentrate soprattutto nelle zone di stau da sud (Val d'Ultimo e Val Passiria). Alla stazione di Santa Valburga ad Ultimo sono caduti 220 mm di pioggia in 30 ore. Durante l'evento, il limite della neve era in alta montagna, per lo più tra i 2700 e i 3000 metri. Solo verso la fine dell'evento con l'arrivo del fronte freddo la quota della neve è scesa un po', ma allo stesso tempo anche le precipitazioni sono diminuite. Un altro notevole evento di precipitazione si è verificato il 26.10. Sulle montagne, sono caduti a 2000 m da 20 a 40 cm di neve fresca, ad altitudini più elevate e



nelle principali aree di precipitazione anche molto di più. Valanghe spontanee di neve a lastroni di medie dimensioni sono state segnalate in alta montagna da pendii estremamente ripidi esposti a nord, e molte valanghe di slittamento sono state osservate dai pendii prativi ripidi più a quote basse. Foto 1 e 2

Novembre

Novembre ha visto un tempo stabile e secco di alta pressione quasi per tutto il mese. Le temperature erano di circa 1° C al di sopra della media del lungo periodo. Solo due fronti freddi (16 e 19 novembre) hanno portato un po' di pioggia e nevicate fino nelle valli più alte. La maggior parte delle precipitazioni si è avuta nelle Dolomiti orientali e sulla cresta principale delle Alpi centrale e orientale, dove in alcuni punti sono caduti fino a 20 cm di neve. Nelle zone rimanenti erano solo pochi centimetri. Questa nevicata non ha sostanzialmente modificato la situazione delle valanghe. Prima di questo evento i pendii esposti a sud erano generalmente scoperti, dopo sono stati coperti da qualche centimetro di neve. La neve delle nevicate autunnali si trovava ancora principalmente in alta quota, nei terreni esposti a nord e all'ombra o sulle superfici dei ghiacciai. Ed è proprio qui che la neve appena caduta è stata fortemente trasportata dal vento. Localmente, si poteva ipotizzare un problema di neve ventata, ma il pericolo di trascinamento e di caduta a causa di valanghe era superiore a quello di seppellimento.

Dicembre

L'inizio di dicembre e con esso l'inizio dell'inverno meteorologico 2020/21 rimarrà in memoria (Fig.3). All'inizio del mese, c'è stato un evento di stau da sud invernale di proporzioni estreme, che ha portato al dicembre più piovoso mai registrato nella maggior parte della provincia. Le temperature sono state per lo più leggermente al di sopra della media.

Con le nevicate record dei primi giorni di dicembre, c'è stato un brusco inizio dell'inverno. La regolare emissione del report valanghe è iniziata il 4.12.2020, prima tutte le

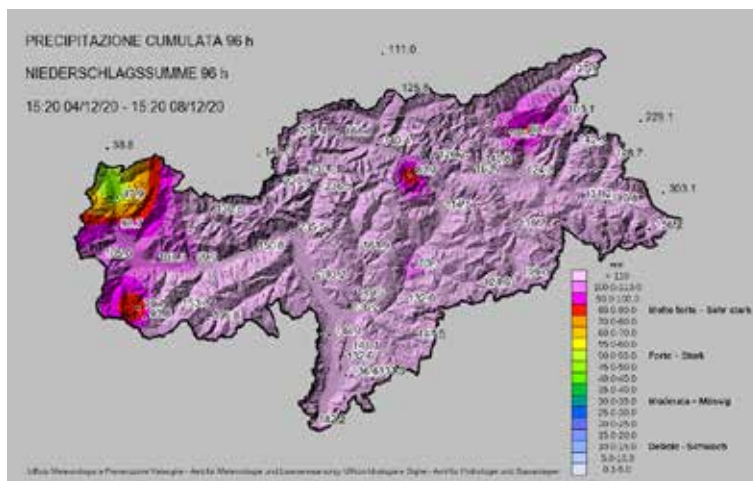


Fig.5 - L'andamento dell'altezza della neve a Plan in Passiria (1620 m) mostra quanto straordinaria sia stata la quantità di neve nell'inverno 2020/21. È chiaro come l'evento sia stato eclatante nei primi giorni di dicembre; in molte stazioni di osservazione l'altezza della neve all'inizio di dicembre era quattro volte superiore alla media di questo periodo. La linea rosa mostra l'altezza della neve misurata dall'osservatore, la linea grigia segna la media di 30 anni e l'area grigia chiara segna i valori massimi e minimi della serie di misurazioni per il rispettivo giorno.

informazioni disponibili erano pubblicate tramite il blog. In alcuni luoghi, sono stati battuti i record storici, soprattutto in termini di sommatoria di neve fresca in 3 giorni. Nessun dicembre in Alto Adige ha mai avuto così tante precipitazioni dall'inizio delle registrazioni, le uniche zone con valori non eccezionali erano l'Alta Val Venosta e la Valle Aurina (Fig.4 e 5) Il limite della neve durante l'evento di precipitazione ha fluttuato tra 200 m e 1800 m. Mentre il 4.12 ci sono state anche brevi nevicate in pianura e a Bolzano, soprattutto sabato, con l'afflusso di aria calda, il limite della neve è salito fino a 1800 m, maggiormente nella parte orientale della provincia (Fig. 6).

In alto:
Fig.3 - Distribuzione percentuale del grado di pericolo in dicembre 2020.

Fig.4 - La somma delle precipitazioni in 96 ore (04.12.2020 - 08.12.2020) mostra l'eccezionalità dell'evento. Diffusamente sono caduti oltre 100 mm di pioggia, in alta Val Passiria oltre 200 mm.

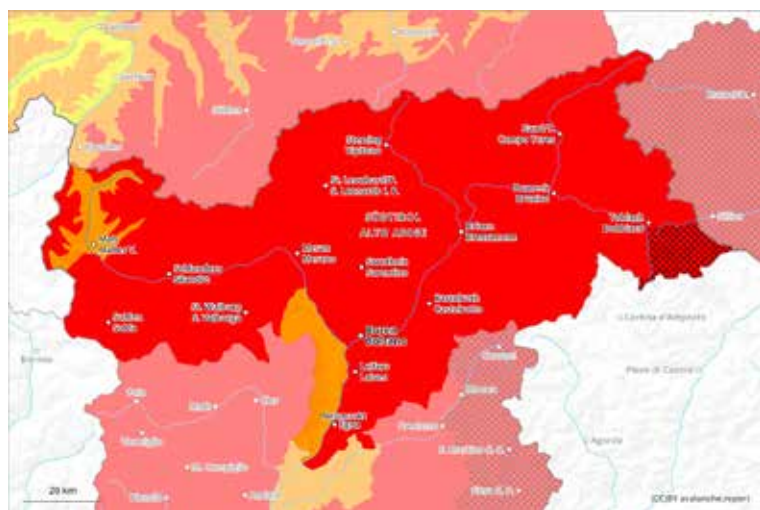
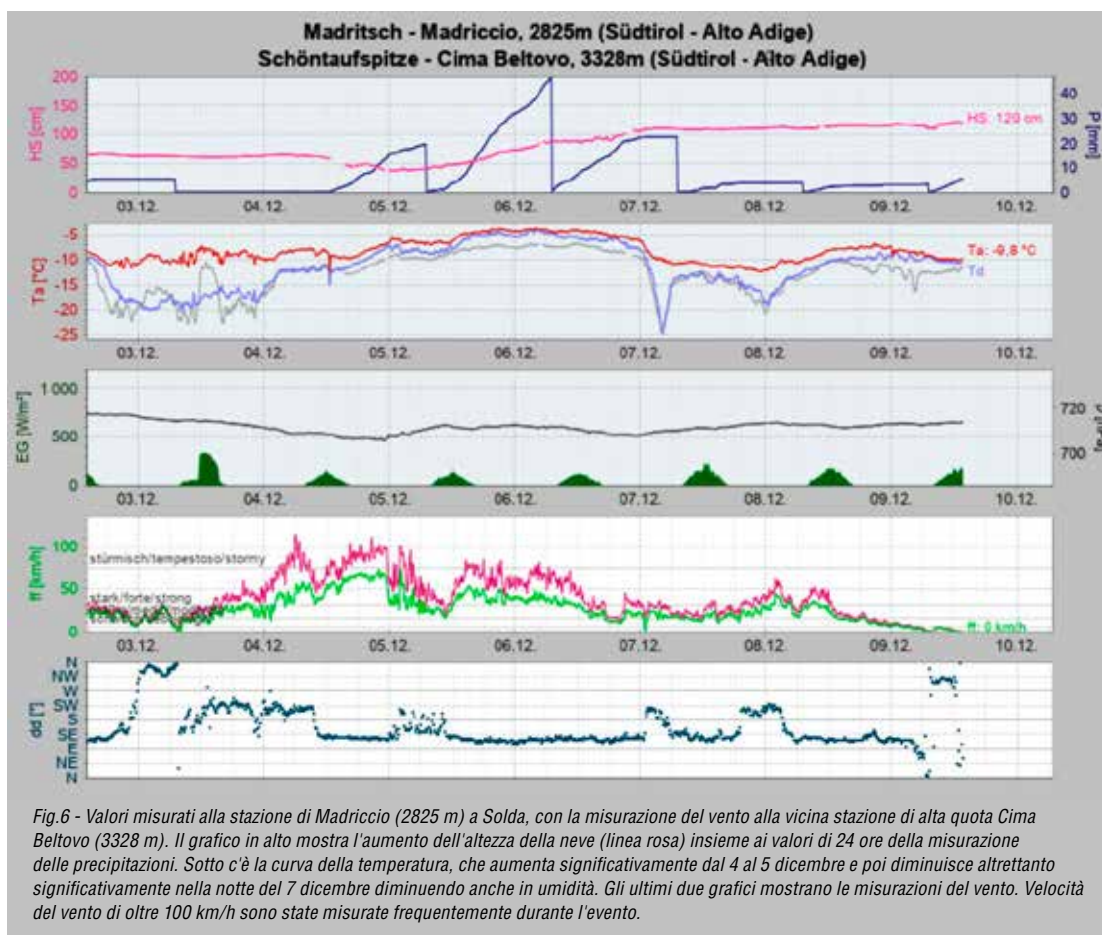


Fig. 7 - Report valanghe per il 6.12.2020. Grado di pericolo 4 forte quasi su tutta la provincia. Per la zona di Sesto Pusteria il grado di pericolo 5 molto forte a posteriori si è dimostrato sovra stimato.

Fig. 8 - Valanghe di slittamento e crepe nel manto sui prati ripidi con poca rugosità a Terento Val Pusteria (Foto: Christian Neunhäuserer, 8.12.2020).



Con la straordinaria quantità di neve fresca, la pioggia e il vento tempestoso, il pericolo di valanghe è salito al grado 4 - forte. Sono scese numerose valanghe e alcune hanno raggiunto le zone abitate causando danni. Impressionanti erano anche le innumerevoli valanghe di slittamento e crepe nel manto in tutta la provincia, che rimasero attive per molto tempo (Fig. 7 e 8).

Diverse strade hanno dovuto essere chiuse per il pericolo di valanghe, per gli alberi caduti e per le enormi masse di neve da rimuovere. Le aree più colpite sono state le tipiche zone esposte allo stau da sud come Martello, Ultimo, Passiria e le Dolomiti meridionali. A parte il problema delle valanghe di slittamento, la situazione delle valanghe si è rapidamente calmata. Il manto nevoso, spesso e omogeneo, ha potuto consolidarsi nelle settimane seguenti grazie a condizioni meteorologiche calme e a metà dicembre le condizioni erano stabili. L'unico problema erano le zone con poca neve in alta quota, dove la neve di dicembre poggiava sopra alla vecchia neve di ottobre trasformata in cristalli angolari. Questa è stata la causa del primo incidente da valanga della stagione il 17 dicembre sul Monte Agnello di dentro in Alta Val Passiria, in cui quattro scialpinisti sono stati travolti ma nessuno è rimasto ferito.

Dopo questa fase di calma, la situazione alla fine di dicem-

bre è peggiorata notevolmente a causa della fase calda intorno a Natale con pioggia fino al limite del bosco e in parte anche al di sopra di esso, le nuove nevicate, la alla lunga successiva fase fredda e non per ultimo, il vento. Per il forte gradiente di temperatura del manto nevoso, sulla crosta formatasi a Natale si sono sviluppati strati deboli di cristalli angolari. Inoltre, è stata osservata la formazione di una diffusa brina di superficie.

Con il forte flusso meridionale del 28 dicembre, si sono verificate nuovamente delle nevicate in tutta la provincia. La particolarità è stata la quota neve, che è rimasta per tutto l'evento fino nel fondovalle, anche in pianura. Infatti, le parti meridionali della provincia hanno registrato le maggiori quantità di neve; a Trento sono caduti 50 cm di neve in città, e anche la parte settentrionale del lago di Garda è stata imbiancata. In Alto Adige le nevicate sono state diffuse con 20-30 cm, con picchi intorno ai 40-50 cm nelle zone centrali della provincia e nelle Dolomiti al confine con il Trentino e il Veneto (Fig.9).

Gennaio

L'anno 2021 è iniziato con neve fresca e una situazione valanghiva critica (Fig. 10), perché l'1 e il 2 gennaio ha nevicato per lo più tra i 20 e i 40 cm, fino a 60 cm nelle Dolomiti orientali. Molte commissioni valanghe si sono attivate e ci sono state anche locali chiusure (Fig. 11). La già delicata situazione valanghiva di fine di dicembre, è quindi peggiorata. Nella parte centrale o superiore del manto nevoso c'erano insidiosi strati deboli dove si potevano innescare valanghe.

Questi strati deboli dipendevano dall'esposizione e dall'altitudine: sui pendii esposti a nord c'era spesso della brina superficiale coperta di neve, cristalli angolari sotto una crosta sono stati trovati nel terreno esposto a sud fino a circa 2400 m, e vicino alle creste c'era talvolta della brina di profondità. Tali strati deboli rappresentano sempre delle trappole pericolose, poiché sono nascosti e non visibili, si potrebbe chiaramente parlare di un prominente problema di strati deboli permanenti.

A partire dal 3 gennaio, abbiamo ricevuto ripetute se-

gnalazioni di valanghe spontanee e provocate, tra cui un incidente da valanga nella Val Senales in cui sono morte due persone (03.01.2021). Dopo di che, è iniziata una fase di tempo freddo.

Dal 12 gennaio in poi, tuttavia, il tempo è di nuovo cambiato. Con un forte flusso da nord-ovest, il vento è aumentato, a volte fino a tempestoso, e ha cominciato a

In basso:
Fig.10 - Distribuzione percentuale del grado di pericolo in gennaio 2021.

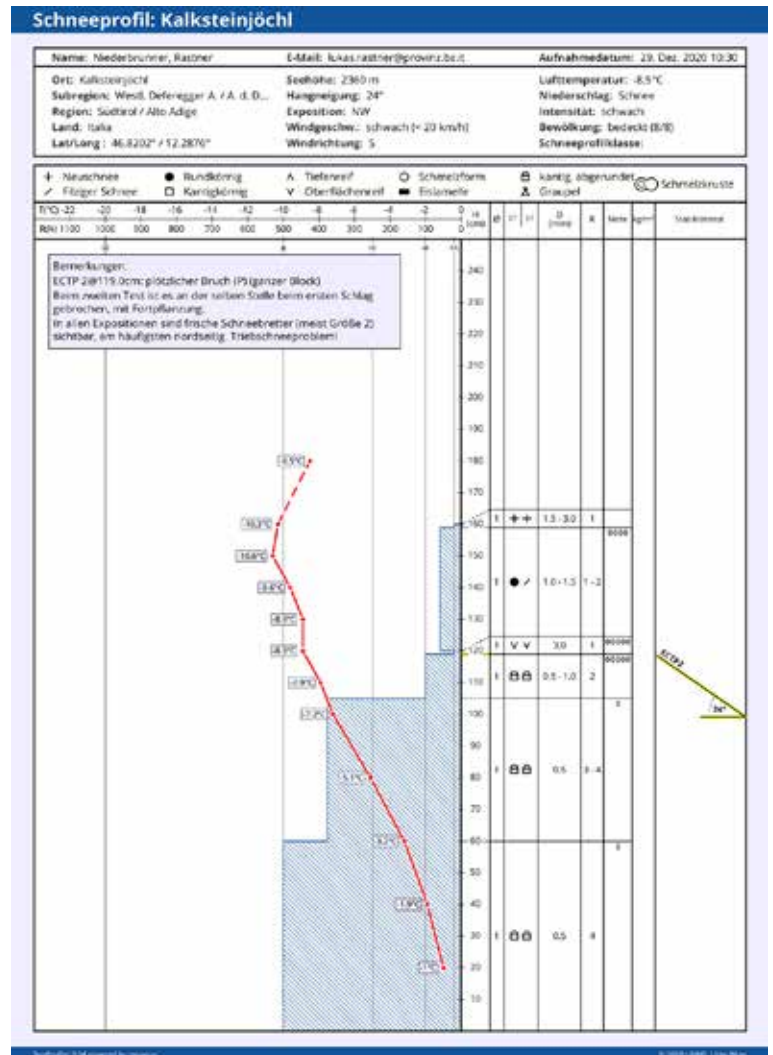
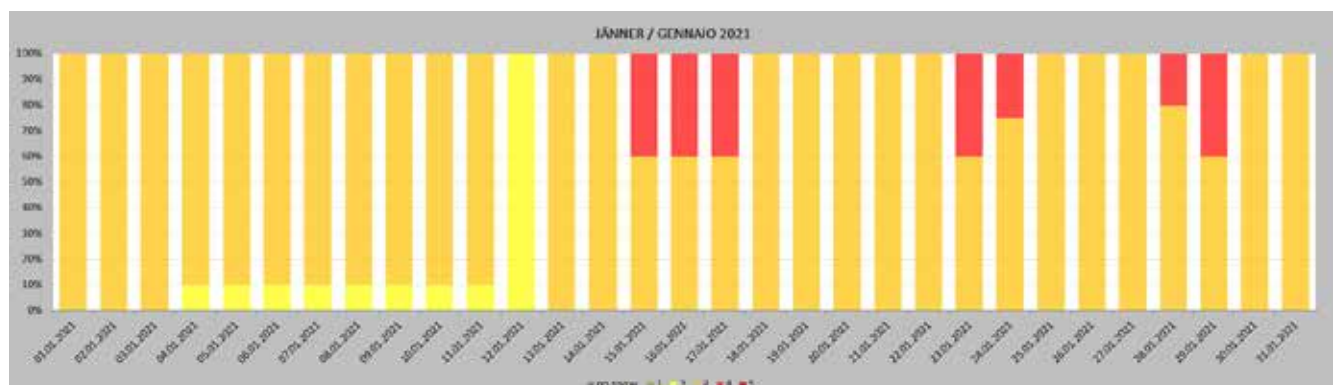


Fig.9 - Rilievo del manto nevoso al 29.12.2020 sul Kalksteinjöchl in Val Casies al confine con il Tirolo dell'est. Il problema principale era rappresentato dagli strati deboli vicino alla superficie. A 40 cm di profondità si vede uno strato debole formato da brina di superficie innervata che può essere sollecitata già da un debole sovraccarico. La parte intermedia e bassa del manto nevoso è invece stabile.



RELAZIONI

nevicare. La maggior parte della neve è caduta sulla cresta principale delle Alpi, soprattutto nella zona di Resia, mentre il sud ha ricevuto solo poche precipitazioni, ma anche lì c'è stato vento. Il risultato è stata una situazione valanghiva estremamente critica per gli appassionati di sport invernali, soprattutto nel nord della provincia (Fig. 12). Con la fase fredda di gennaio, gli strati deboli persistenti sono rimasti fragili e delicati per un lungo periodo di tempo. Ci sono stati segnalati distacchi di valanghe a distanza, molti rumori di assestamento del manto, buoni successi di distacco con l'esplosivo ma anche alcuni inci-

denti da valanga. La situazione delle valanghe è stata di nuovo delicata dal 22 al 24 gennaio e alla fine del mese, con molta neve fresca e vento e in alcune zone un livello di pericolo valanghe di grado 4 forte. Alle medie altitudini con le temperature miti e in parte anche la pioggia, sono state frequentemente osservate valanghe di slittamento dai prati ripidi. Ma anche dai bacini idrografici alti sono state segnalate molte valanghe spontanee. Alcune hanno anche raggiunto località in fondovalle, come a Rio Molini, Sarentino e Predoi (Fig.13).

La complessa situazione valanghiva di gennaio ha fatto

A destra:
Fig.11 - Chiusura preventiva in Val Fiscalina comune di Sesto Pusteria (Foto: Joe Rainer, 02.01.2021).



Fig.13 - Riconoscibile ad occhio nudo lo strato debole formato da brina di superficie innevata a ca. 40 cm di profondità a Santa Geltrude in Val d'Ultimo. (Foto: Stazione forestale Ultimo, 21.01.2021).

In basso:
Fig.14 - Distribuzione percentuale del grado di pericolo in febbraio 2021.

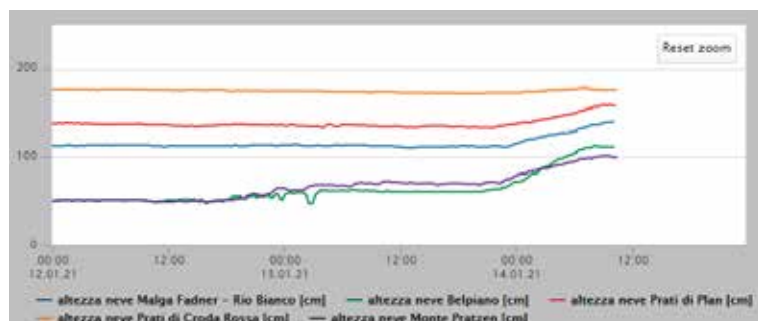
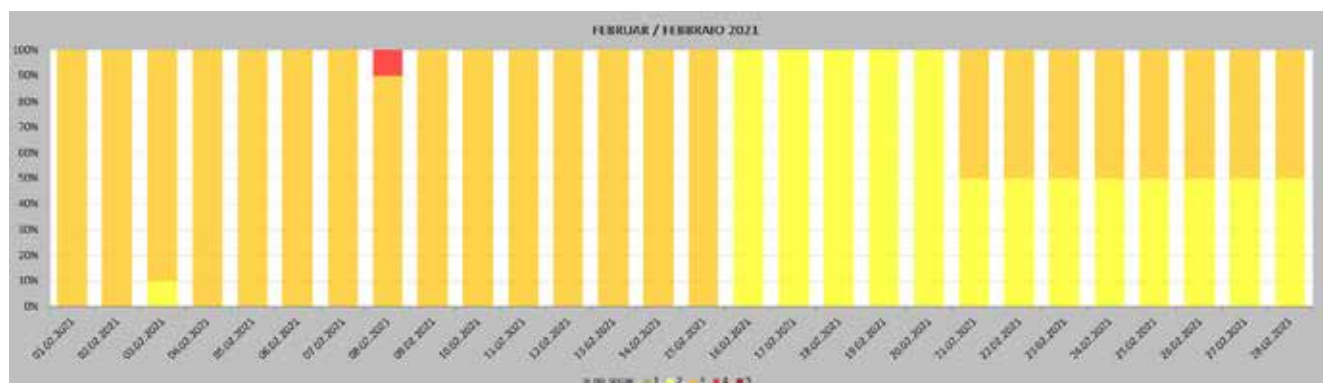
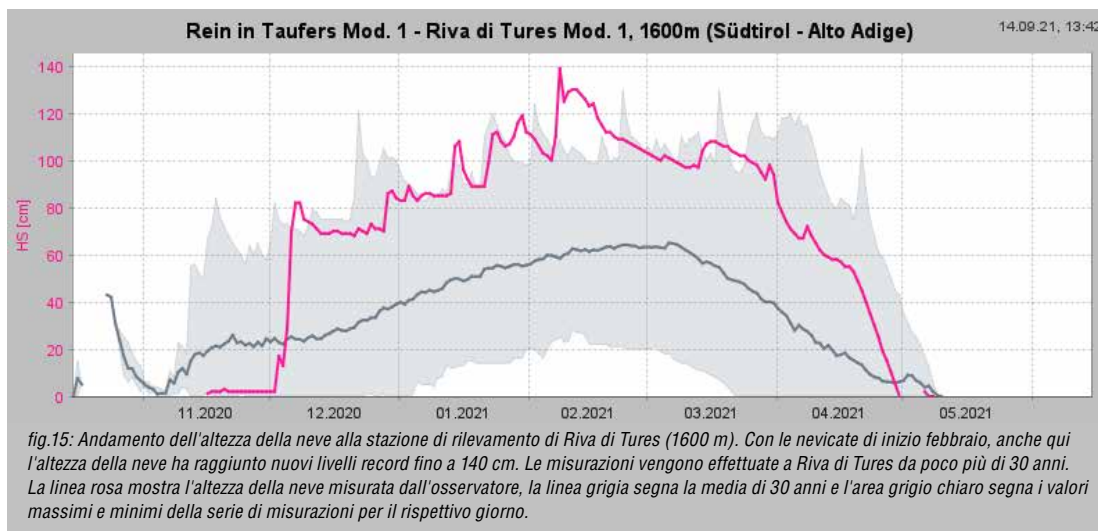


Fig.12 - Aumento dell'altezza della neve al suolo in varie stazioni meteorologiche automatiche. Le stazioni di Resia, Pratznerberg e Belpiano hanno ricevuto la maggior parte della neve fresca dal 12 al 14 gennaio. A Sesto Pusteria ai Prati di Croda Rossa la neve fresca era poca, ma tuttavia qui c'erano gli spessori maggiori. Con queste nevicate, l'altezza della neve nella zona di Resia era ora anche qui chiaramente sopra la media, ma non sono stati raggiunti nuovi valori record.





si che 11 dei 19 incidenti da valanga dell'inverno si siano verificati in questo mese. Come spesso accade negli inverni con nevicate abbondanti, gli strati deboli vicino alla superficie in combinazione con la neve ventata sono responsabili della maggior parte degli incidenti.

Il gennaio 2021 passerà alla storia del meteo come un mese troppo freddo e umido. Le temperature erano circa 2° sotto la media degli ultimi 30 anni, le precipitazioni erano il doppio del solito.

Febbraio

Febbraio è stato ampiamente nella media in termini di temperature, mentre le precipitazioni sono state superiori alla media.

All'inizio del mese, sopra i 2000 m circa c'era ancora un problema di strati deboli persistenti, mentre alle quote medie il manto nevoso era già bagnato, soprattutto sulle esposizioni a sud, e conseguentemente alcune valanghe di slittamento. Con le precipitazioni del 6 e 7 febbraio portate da una corrente sud-occidentale, sono caduti diffusamente da 20 a 40 cm di neve fresca, nelle valli di Ultimo e Passiria anche fino a 70 cm. La situazione delle valanghe era delicata con localmente il grado di pericolo 4 forte (Fig.14 e 15).

Sono state osservate molte valanghe spontanee asciutte e anche valanghe di slittamento. Inoltre, la sabbia del Sahara si è depositata sul manto nevoso. È importante tenere sempre monitorati gli strati di sabbia del Sahara nel manto nevoso (Fig. 16), perché possono favorire la formazione di strati deboli.

A metà mese, aria fredda polare ha causato un calo temporaneo della temperatura. Con il raffreddamento, si sono formati strati deboli in prossimità della crosta di fusione, specialmente sui pendii ombreggiati, mentre l'attività delle valanghe di scivolamento è diminuita. Con il vento e la neve fresca, in alta quota la situazione era caratterizzata



da neve ventata delicata (Fig. 17).

A fine febbraio, le temperature miti hanno portato alla prima fase acuta di attività valanghiva con neve bagnata e valanghe di slittamento. Nelle valli meridionali, le temperature raggiungevano già valori superiori ai 15° C, sulle montagne lo zero termico saliva oltre i 3000 m. Tipico in tali condizioni è un aumento diurno del pericolo di valanghe con condizioni abbastanza favorevoli al mattino. Nel corso della giornata, a causa dell'aumento della temperatura e della radiazione solare il pericolo di valanghe aumentava significativamente alle quote medie e alte. Sono state osservate diverse valanghe, soprattutto

Fig.16 - Molta sabbia del Sahara in sospensione nell'aria. Al centro dell'immagine il Cevedale. (Foto: <https://www.foto-webcam.eu/>, 06.02.2021).

Fig.17 - Panorama da Prato Piazza Braies, in direzione Gruppo del Cristallo – la fredda neve fresca viene trasportata dal vento formando nuovi accumuli eolici delicati. (Foto: Servizio prevenzione valanghe, 11.02.2021).

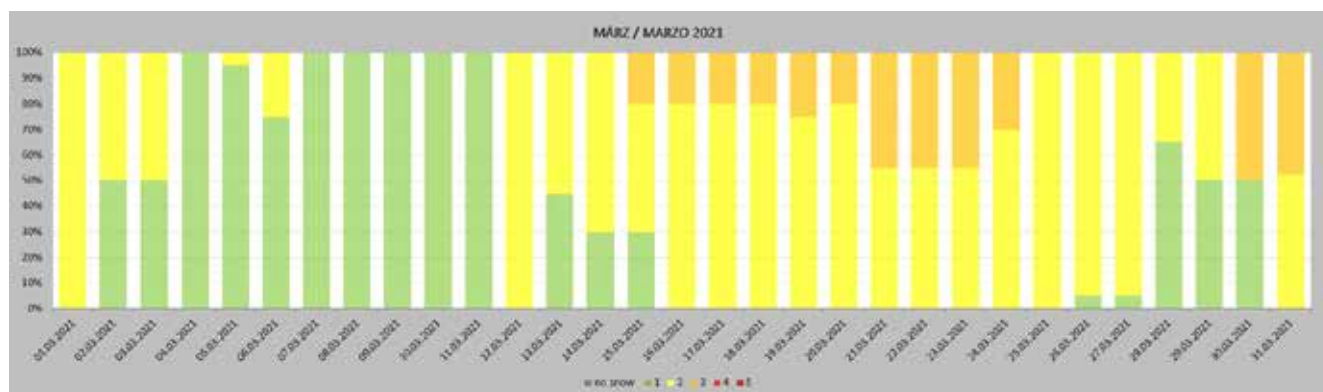


Fig.18 - Distribuzione percentuale del grado di pericolo in marzo 2021.



Fig.19 - Superficie del manto nevoso con neve soffice formata da cristalli angolari sui pendii all'ombra sotto il Sassopiatto (Foto: Servizio prevenzione valanghe, 10.03.2021).



Fig.20 - Con un po' di neve fresca e venti in parte forti, il 14 marzo si sono formati diffusamente nuovi accumuli eolici, soprattutto nei terreni esposti a nord su un vecchio manto trasformato in superficie con cristalli angolari. Le crepe nel manto nevoso sono un chiaro segnale d'allarme. Una immagine fatta nel Gruppo delle Vedrette di Ries. (Foto: Servizio prevenzione valanghe, 14.03.2021).

to da terreni esposti al sole: Valanghe di slittamento da ripidi pendii prativi o valanghe di neve a debole coesione bagnata da terreni estremamente ripidi e rocciosi. A causa delle grandi quantità di neve al suolo, alcune valanghe sono state di grandi dimensioni e sono arrivate fino alle vie di comunicazione esposte.

Particolarmente interessati dai fenomeni sono stati i pendii esposti a sud sotto i 3000 m, quelli esposti a est fino a 2600 m e quelli esposti a ovest fino a 2800 m. Durante questa fase ci fu anche un incidente da valanga di neve bagnata sul Picco di Vallandro a Braies.

L'inverno meteorologico del 2020/2021 (dicembre 2020, gennaio e febbraio 2021) entrerà negli annali meteorologici come estremamente piovoso, con una quantità di pioggia e neve in Alto Adige da tre a quattro volte superiore alla media del lungo periodo. Le quantità di precipitazioni sono state superiori alla media in tutti e tre i mesi, soprattutto in dicembre con l'evento di stau da sud insolitamente forte proprio all'inizio del mese. In alcuni

luoghi sono stati battuti i record di tutti i tempi, come alla stazione meteorologica di Silandro, dove le misurazioni sono iniziate nel 1921. Merano è stato praticamente alla pari con i precedenti inverni record del 1950/1951 e del 2013/2014. Inoltre, ha nevicato ripetutamente e abbondantemente a tutte le quote. A Fontana Bianca in Val d'Ultimo e a Plan in Val Passiria, c'è stata una sommatoria di neve fresca giornaliera di 5-6 metri in soli tre mesi. Facendo una valutazione a livello provinciale, questo inverno è stato il più freddo degli ultimi 8-10 anni. Le temperature più basse con due nuovi record di stazione sono state misurate l'11 gennaio a Oris/Lasa con $-24,3^{\circ}$ e il 14 febbraio a San Giacomo/Vizze con $-28,3^{\circ}$. Sulle montagne ha fatto più freddo il 13 febbraio con $-24,7^{\circ}$ su Cima Libera a 3399 m. La temperatura più alta di questo inverno di $20,6^{\circ}$ è stata registrata il 27 febbraio a Gargazzone per effetto del föhn.

Marzo

All'inizio di marzo, il manto nevoso era primaverile o ancora profondamente invernale, a seconda dell'esposizione e dell'altitudine. Sulle esposizioni all'ombra, al di sopra dei 2000 m, si trovava per lo più un manto nevoso a debole coesione a cristalli angolari, più o meno influenzato dal vento a seconda del terreno. Sulle esposizioni a sud, si era formata una caratteristica crosta da fusione e rigelo. Di conseguenza, la situazione valanghiva era favorevole con un pericolo di valanghe debole grado 1 e in parte moderato grado 2 (Fig. 18 e 19).

A metà marzo, il tempo è diventato di nuovo più variabile con un po' di neve fresca (Fig. 20). Sulla cresta principale delle Alpi, con una corrente da nord-ovest sono caduti fino a 15 cm di neve fresca. Il pericolo principale è stato poi caratterizzato dalla neve ventata facilmente staccabile. Segnalazioni e valanghe provocate hanno confermato questa situazione. Successivamente, e per diversi giorni, venti particolarmente forti hanno determinato le condizioni nelle valli e sulle montagne. Picchi intensità di vento di oltre 60 km/h sono stati misurati nei campi neve per numerose giornate, e nelle stazioni vento più

alte sono stati registrati anche valori di oltre 100 km/h. La superficie della neve è conseguentemente stata segnata dal vento. Creste spazzate, passaggi duri e pressati dal vento nei pendii sopravvento e accumuli eolici sottovento, specialmente nelle conche, nei canaloni e dietro i cambi di pendenza. Sono state segnalate diverse piccole valanghe provocate per distacco nella neve fresca ventata. Tutte hanno avuto un esito non grave.

Marzo si è poi concluso con un altro ciclo di valanghe di neve bagnata, che questa volta ha interessato anche i pendii settentrionali, a quote medie e solo in parte anche alte che precedentemente non si erano ancora inumiditi. Infatti, la copertura nevosa sui pendii in alta quota e sui pendii ombreggiati al di sopra di circa 2500 m era in gran parte secca e fredda. Qui, c'era ancora un locale problema con gli strati deboli permanenti. I punti pericolosi erano principalmente in terreni estremamente ripidi, così come nelle transizioni da poca a molta neve o vicino alle creste. In alcuni luoghi, sono stati ancora segnalati deboli rumori di assestamento da zone poco ripide con neve ventata (Fig. 21). Questo era dovuto a cristalli angolari che si erano formati con le fredde temperature di metà marzo sotto la neve dura compattata dal vento (Fig. 22). In termini climatologici, marzo è stato più o meno nella media delle temperature. Dopo la fase fredda intorno al 20 marzo, c'è stata una fase calda alla fine del mese, e nelle valli meridionali le temperature erano già salite sopra i 25° C. È stato invece un mese secco, il marzo più secco dal 2003. Sono caduti infatti solo pochi millimetri di precipitazione.

Aprile

Aprile passerà alla storia meteorologia come un mese estremamente secco, ed è stato anche piuttosto fresco. A Dobbiaco che aveva ancora una copertura nevosa al suolo, è stato addirittura il più freddo dal 1980. Tuttavia, è iniziato eccezionalmente mite, a basse quote addirittura con valori di inizio estate. Il 1° aprile a Bolzano sono stati misurati 27,4 °C, cioè 10 °C in più del solito per il periodo dell'anno. Questa fase mite, che è continuata dal mese

di marzo, ha fatto sì che l'attività delle valanghe di neve bagnata in montagna continuasse fino al 2 aprile (Fig. 23). Così, le valanghe di neve bagnata hanno continuato a staccarsi a quote basse e medie, soprattutto dai pendii ombrosi. Per esempio, la strada che sale al Passo Gardena (Fig. 24) è stata più volte sepolta dalle valanghe.

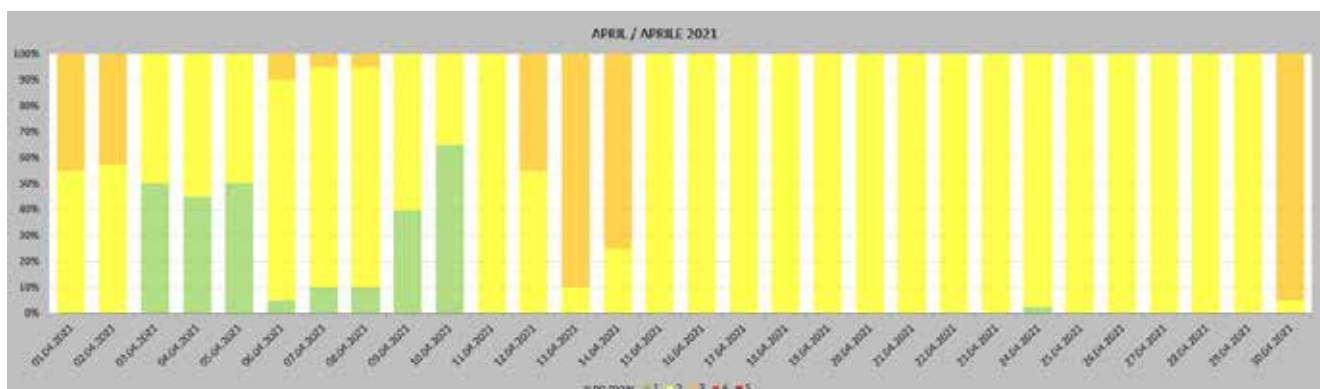
In seguito, una corrente in quota da nord-ovest più fresca ha calmato la situazione, e un fronte freddo ha portato

Fig. 21 - Superficie del manto nevoso formato dal vento, Sattelspitze - Predoi. (Foto: Servizio prevenzione valanghe, 26.03.2021)



Fig. 22 - Valanga di neve bagnata di medie dimensioni del 27 marzo da un pendio esposto a nordovest a San Giacomo in Valle Aurina. (Foto: Commissione valanghe Valle Aurina).

Fig. 23 - Distribuzione percentuale del grado di pericolo in aprile 2021.



RELAZIONI

un po' di neve fresca sulla cresta principale delle Alpi dal 5 aprile al 6. Nei giorni seguenti, sulle montagne potevano essere osservate quasi tutte le forme di neve. Da ripidi pendii soleggiati, è stata segnalata una crosta da fusione e rigelo che invitava a belle discese in firn durante il giorno, e da terreni alpini di alta quota, a volte neve dura e

pressata dal vento. Dalla cresta principale delle Alpi, dove c'era un po' di neve, è stata osservata neve polverosa in zone protette dal vento e anche neve penitente (Fig. 25 e 26) dai pendii esposti al sole a quote medie e alte. La neve penitente si sviluppa quando c'è molto sole e aria estremamente secca.

A metà del mese, una perturbazione ha causato precipitazioni in tutta la provincia. All'inizio ha piovuto fino a circa 2000 m, ma con l'arrivo dell'aria fredda il limite delle nevicate si è abbassato rapidamente e in alcuni punti ha nevicato fino a 600 m. Nelle parti meridionali, cioè dall'Ortles alle Dolomiti, è stata registrata la maggior quantità di neve fresca, con 30-40 cm, localmente anche un po' di più. Come spesso accade, le nevicate sono state accompagnate da forti venti, prima da sud, poi da nord. Le condizioni delle valanghe sulle montagne erano temporaneamente da non sottovalutare, come confermato dai buoni successi dei distacchi programmati artificialmente, dalle valanghe provocate a distanza e dagli incidenti da valanga.

Durante questo periodo, si possono ipotizzare due scenari di pericolo. Da un lato, sui versanti all'ombra, la neve ventata poggiava localmente su un vecchio manto nevoso a debole coesione ed era quindi facilmente distaccabile; su quelli al sole invece, la situazione tipica di "freddo su caldo". Prima della nevicata, il manto nevoso sui pendii soleggiati era già relativamente caldo, e la neve fresca fredda si è depositata sopra di esso. Questo ha comportato una grande differenza di temperatura all'interno del manto nevoso e la formazione di uno strato debole all'interfaccia tra i due strati (Fig. 27).

Le valanghe provocate e gli incidenti da valanga di questi giorni possono essere assegnati a questi modelli di pericolo. In Val Senales e in Val Passiria gli incidenti da valanga si sono verificati su pendii soleggiati estremamente ripidi, vedi il profilo in Fig.26. Nelle Dolomiti di Braies, invece, gli incidenti da valanga sono stati segnalati su ripidi pendii

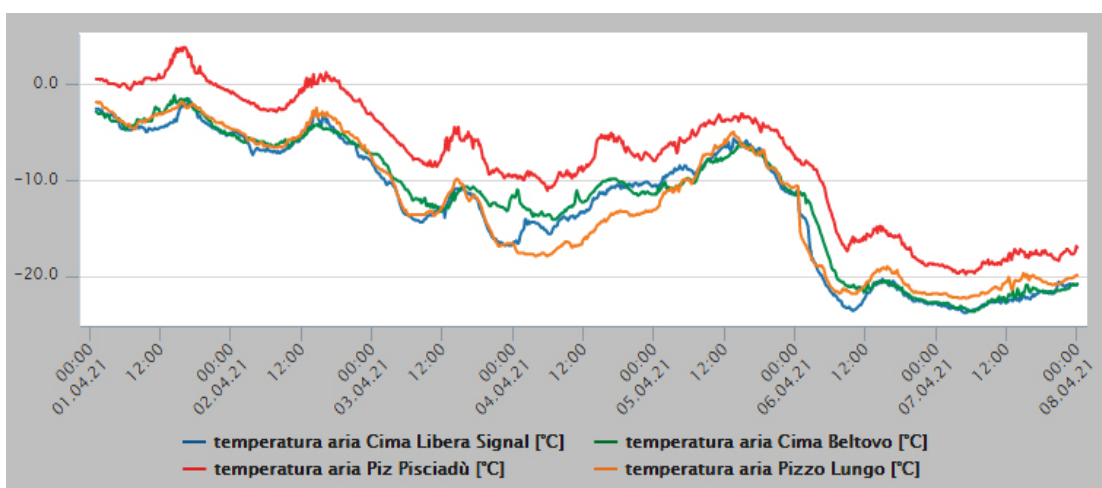
Fig.24 - Numerose valanghe di neve bagnata all'inizio di aprile hanno interessato la strada del Passo Gardena (Foto: Hermann Comploj - Commissione valanghe di Selva Gardena, 02.04.2021).



Fig.25 - Neve penitente su pendio ripido soleggiato al Gioigo Scabro in Val Passiria (Foto: Johannes Parteli, 05.04.2021).



Fig.26 - Andamento della temperatura in varie stazioni vento ad alta quota. Da abbastanza mite a estremamente freddo in poco tempo. Il 7 aprile sono stati misurati -23,8°C sulla Cima Signal (3399 m) alla Cima Libera.



ombreggiati. In questi incidenti, la neve ventata poggiava appunto su un vecchio manto nevoso molto soffice e con cristalli angolari.

Dopo notti serene, alla fine del mese ci sono state favorevoli condizioni per le escursioni. Ed effettivamente c'è stata molta attività sulle classiche gite primaverili, compreso lo sci ripido e non sono stati segnalati incidenti. Con le temperature miti e il sole, lo spessore della neve al suolo è diminuito costantemente e rapidamente, ma poiché l'inverno ha avuto nevicate superiori alla media, a fine mese c'era ancora molta più neve del normale (Fig. 28). Negli ultimi giorni del mese, il pericolo di valanghe è aumentato di nuovo, il problema principale è stato quello della neve bagnata alle medie e in parte, anche alle alte quote, che è stato intensificato da masse d'aria umida e notti coperte. In alta quota, il problema della neve ventata è stato aggravato da nuove precipitazioni.

Maggio

A causa della quantità di neve superiore alla media per il periodo dell'anno e del pericolo di valanghe marcato grado 3 (Fig. 29), la regolare emissione del bollettino valanghe è stata prolungata fino a 9 maggio 2021.

All'inizio di maggio in alta quota, c'erano ancora da uno a due metri di neve. Un manto nevoso continuo si trovava, sui pendii esposti a nord già sopra i 1800 m - 2000 m, sui pendii esposti a sud invece era molto più alto.

Inoltre, sempre nei primi giorni di maggio sulle montagne c'era neve fresca (da 10 a 30 cm), con pioggia localmente fino a 2600 m. Questo è stato anche la causa di alcune valanghe bagnate dai pendii esposti a nord. Per il resto, il pericolo di valanghe dipendeva fortemente dall'esposizione e dall'altitudine, come è tipico per il periodo dell'anno. Il manto nevoso si era già bagnato una prima volta alle quote medie, laddove era ancora presente, e sui pendii esposti a est-sud e ovest, anche a quote elevate. Al contrario, era ancora freddo e invernale ad alta

quota sulle esposizioni nord e in alta montagna. L'11 e il 12 maggio ci sono state piogge diffuse, con fino a 40 mm di precipitazioni nella parte centrale e meridionale della provincia, e un po' di neve ad alta quota e in alta montagna. Il pericolo di valanghe doveva quindi essere considerato soprattutto a queste altitudini. Si doveva prestare particolare attenzione alla neve fresca ventata e, nel caso di una maggiore influenza della radiazione,

Fig.27 - Il profilo del manto nevoso fatto sul luogo di un incidente in un terreno estremamente ripido e soleggiato mostra la neve ventata sopra uno strato di cristalli angolari. Più in profondità, il manto nevoso è estremamente compatto. (Profilo: 16.04.2021).

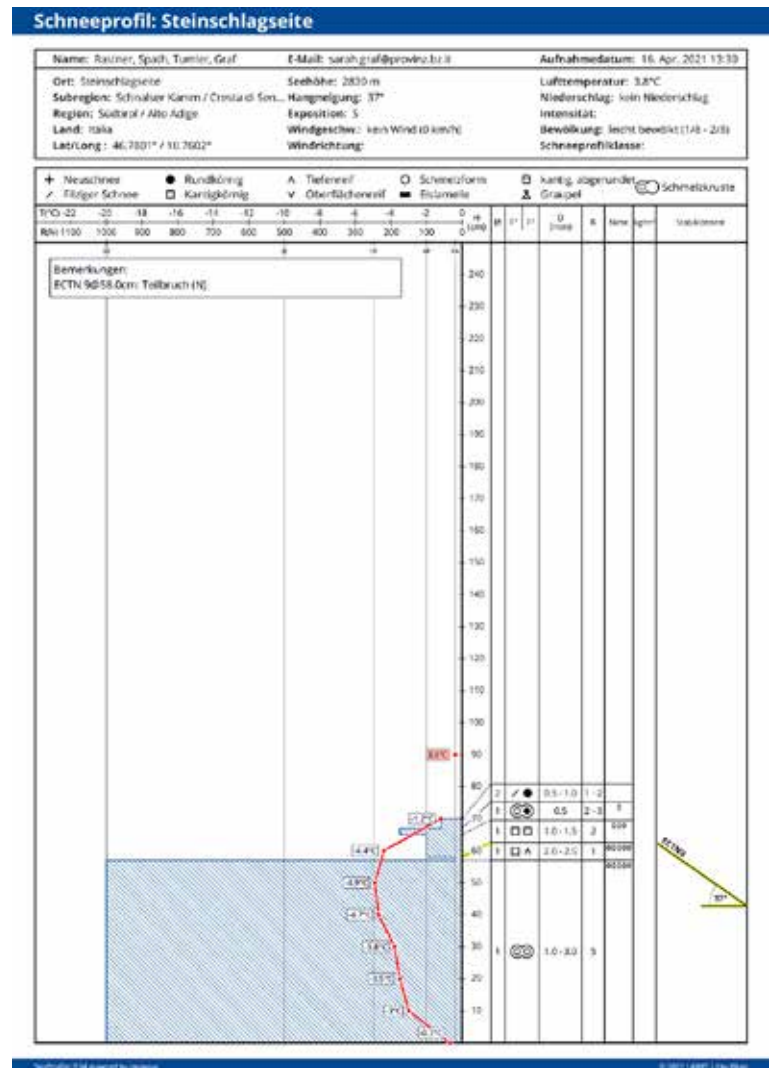


fig.28: Nella foto da satellite (Sentinel 2) si vede la Val Pusteria, da Brunico a Sillian. A sinistra il 23 aprile 2020, a destra il 23 aprile 2021. In questa stagione si vede molta più neve, il lago di Braies e il lago di Landro a Carbonin sono ancora ghiacciati. Anche nella parte più all'ombra della Val Pusteria la neve al suolo copre ancora il fondovalle (Fonte: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>).

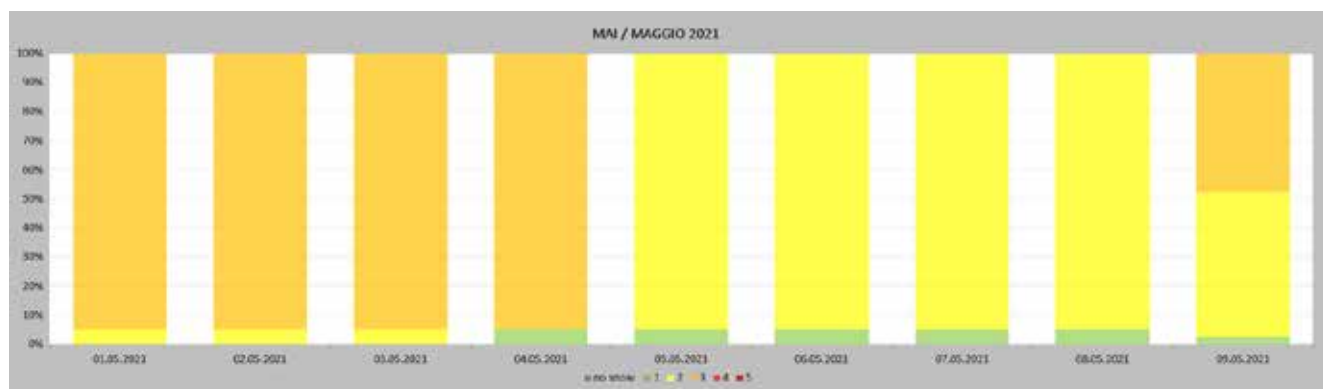


Fig.29 - Distribuzione percentuale del grado di pericolo in maggio 2021.



Fig.30 - Condizioni invernali e mutevoli con sole, nuvole e rovesci di neve sul ghiacciaio Schran con vista sulla Terza Cima Venezia (3356 m), Martello. (Foto: Servizio prevenzione valanghe, 19.05.2021).



Fig.31 - Sui pendii esposti al sole, una copertura nevosa continua si trovava di solito solo sopra i 2600 - 2800 m. Vista verso la Cima Lyfi (3352 m) e Cima Schluder (3230 m), Martello. (Foto: Servizio prevenzione valanghe, 19.05.2021).

anche al problema della neve bagnata (Fig. 30, 31 e 32). Le mutevoli condizioni meteorologiche nella seconda metà di maggio hanno portato ripetute nevicate, e alla fine del mese sui nostri campi di misurazione automatica della neve più in quota, sono stati registrati i massimi spessori di neve al suolo dell'inverno (Fig. 33 e 34). Le condizioni erano ancora da pieno inverno, soprattutto sui versanti ombreggiati, mentre su quelli soleggiati c'era spesso una crosta da fusione e rigelo fino in alta quota. Il 19 maggio e il 10 giugno ci sono stati due incidenti da valanga tardivi sul Gran Zebrù a Solda. Nell'incidente di maggio, una cordata di due uomini è stata travolta da una valanga e gli alpinisti sono entrambi deceduti. L'ultimo incidente fortunatamente non è stato grave.

SINTESI

Se guardiamo l'andamento del pericolo valanghe dell'inverno 2020/21, colpisce l'inizio stagione con il livello di pericolo 4 ai primi di dicembre. In seguito, la situazione



Fig.32 - Tipico della metà di maggio e delle mutevoli condizioni meteorologiche erano anche i considerevoli depositi di neve pallottolare, causati dalle precipitazioni convettive. (Foto: Servizio prevenzione valanghe, 19.05.2021).

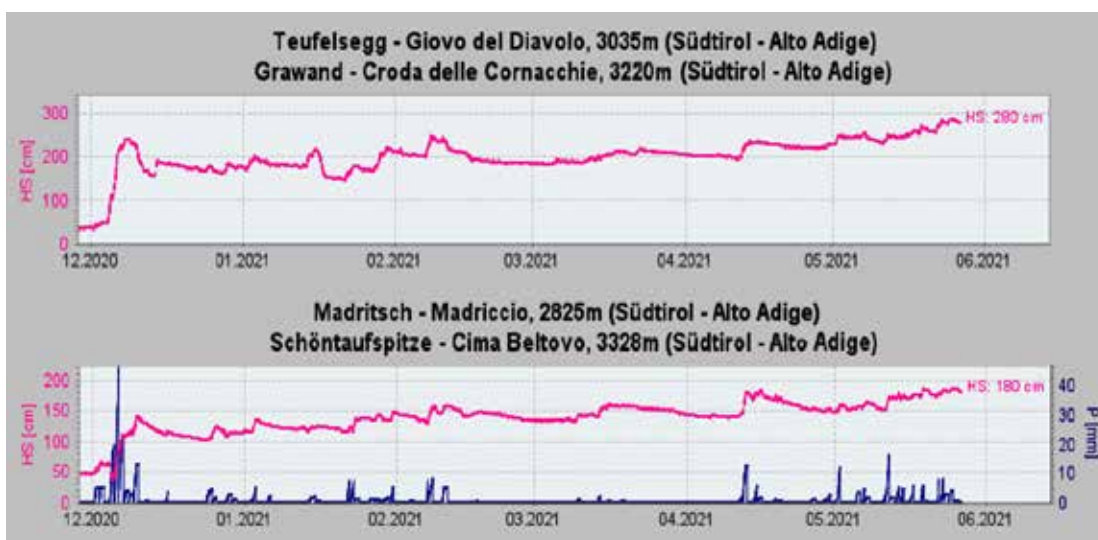
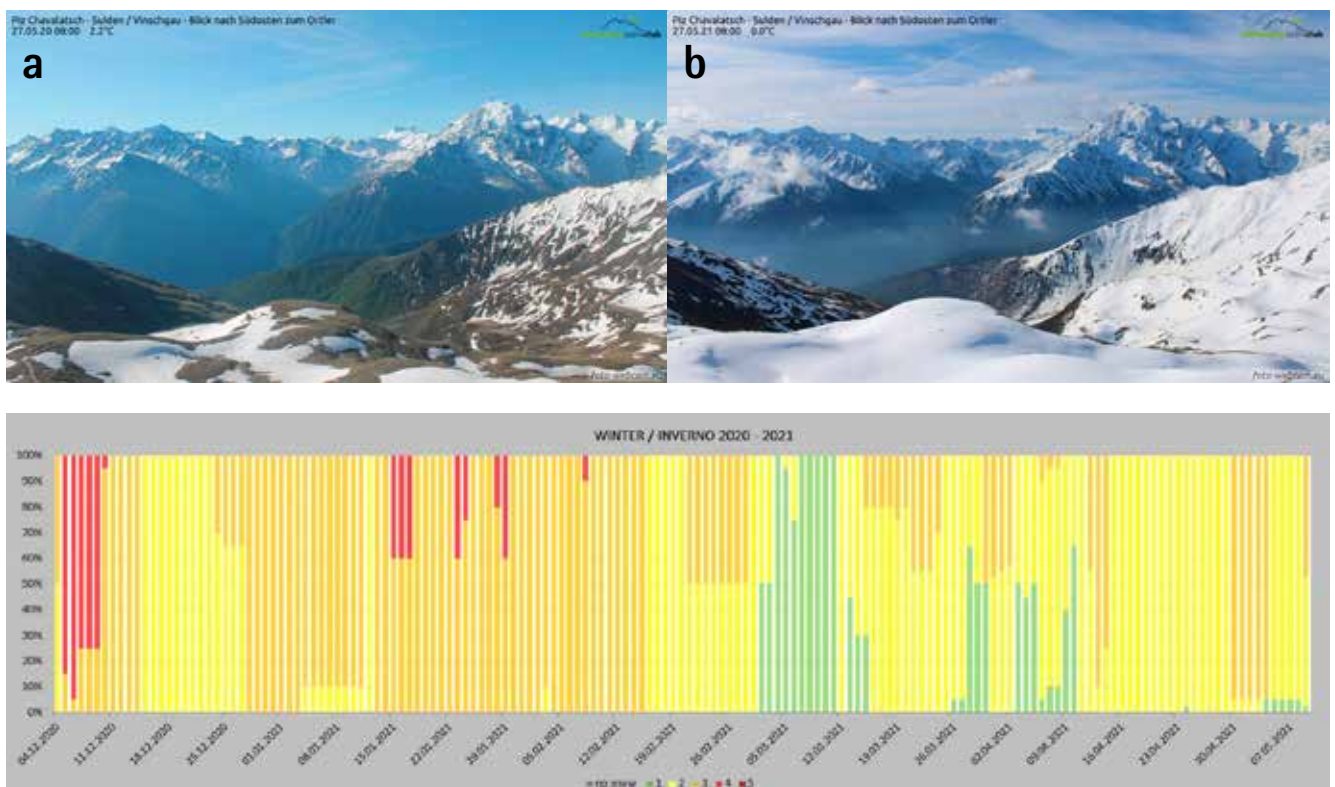


Fig.33 - Andamento dell'altezza neve nelle stazioni di misurazione Gigo del Diavolo, Senales (3035 m) e Madriccio, Solda (2825 m) durante l'intero inverno. I valori massimi sono stati misurati alla fine di maggio.

Fig.34 - Vista dal Piz Chavalatsch verso l'Ortles e il Cevedale. A sinistra il 27 maggio 2020, a destra il 27 maggio 2021. (Foto: <https://www.foto-webcam.eu/>).

Fig. 35 - Andamento del grado di pericolo dal 4.12.2020 fino al 9.5.2021.



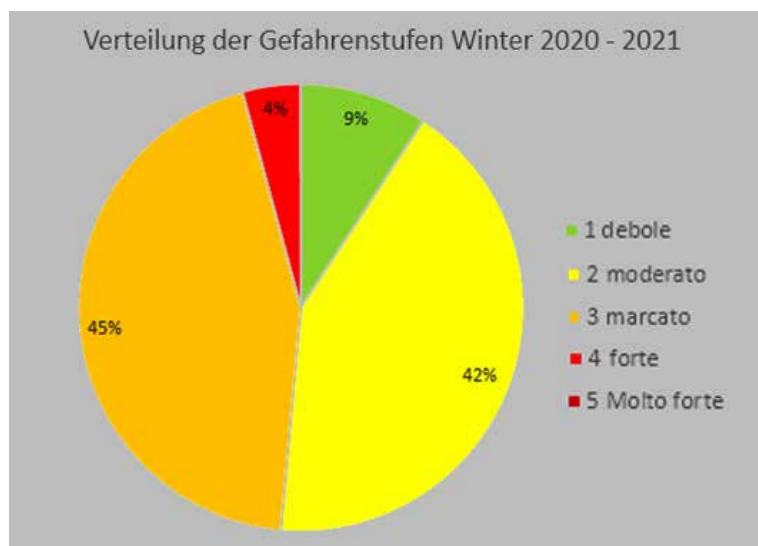


Fig. 36 - Ripartizione del grado di pericolo nell'inverno 2020/21.

valanghiva si calma fino a quando non aumenta di nuovo con le nevicate di fine dicembre. Durante questo periodo, si sviluppano diversi strati deboli, che causano un problema di strati deboli permanenti prolungato e che sono ripetutamente responsabili di incidenti da valanga. Il mese di gennaio è stato probabilmente il più critico per gli appassionati di sport invernali, con 11 dei 19 incidenti da valanga che complessivamente si sono verificati. La seconda metà dell'inverno, invece, è caratterizzata da condizioni prevalentemente favorevoli con livello di pericolo moderato grado 2 e in parte anche debole grado 1 (Fig. 35 e 36).

INCIDENTI DA VALANGA

Nell'inverno 2020/21 sono stati segnalati 19 incidenti da

Data	Comune	Località	Grado di pericolo	travolti	illesi	feriti	morti
17.12.2020	Moso in Passiria	Hinterer Kitzkogel	2	4	4	0	0
03.01.2021	Senales	Kreuzspitze	3	2	0	0	2
04.01.2021	Racines	Cima Incendio	3	4	4	0	0
10.01.2021	Marebbe	Flatschkofel	3	2	2	0	0
14.01.2021	Valle Aurina	Monte Chiusetta	3	2	2	0	0
16.01.2021	Prato allo Stelvio	Glurnser Köpfl	3	2	2	0	0
17.01.2021	Varna	Kasebacher Hömndl	3	2	1	1	0
20.01.2021	Stelvio	Grosstartscherkopf	3	1	1	0	0
23.01.2021	Marebbe	Plan de Corones	3	1	1	0	0
23.01.2021	Nova Ponente	Obereggen	3	1	1	0	0
24.01.2021	Scenna	Künig	3	1	1	0	0
30.01.2021	Campo Tures	Zintnock	3	2	0	2	0
16.02.2021	Nova Levante	Forcella piccola del Latemar	2	1	0	1	0
25.02.2021	Braies	Picco di Vallandro	3	1	1	0	0
14.04.2021	Senales	Valle delle Frane	2	1	0	1	0
17.04.2021	Moso in Passiria	Cima Parete Nera	2	2	1	1	0
18.04.2021	Marebbe	Muntejela de Senes	2	2	0	2	0
19.05.2021	Stelvio	Gran Zebrù	/	3	0	1	2
10.06.2021	Stelvio	Gran Zebrù	/	1	0	0	0

Fig. 37 - Elenco degli incidenti valanghivi segnalati in Alto Adige nell'inverno 2020/21.

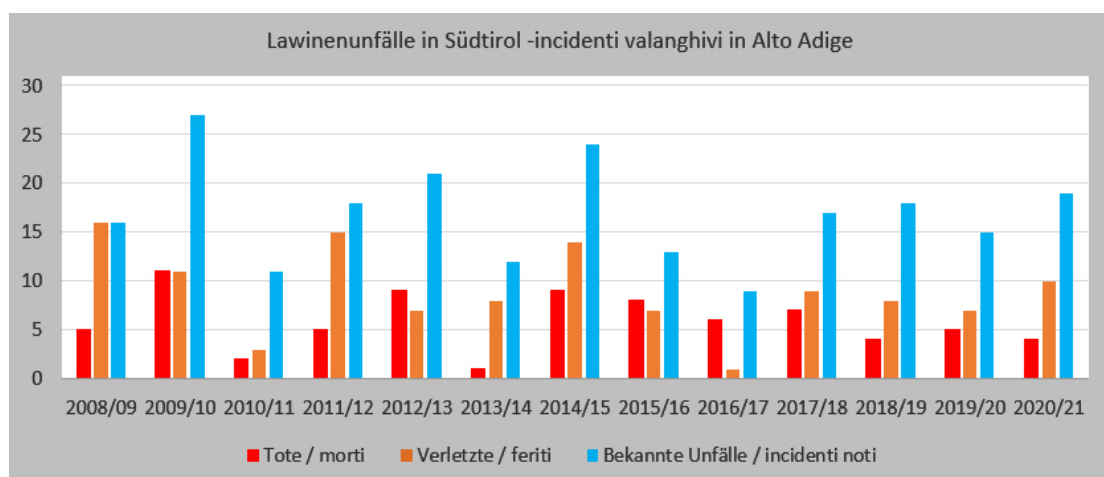


Fig. 38 - Incidenti da valanga registrati (barre blu chiaro) e numero di morti da valanga (barre rosse) degli ultimi 13 anni in Alto Adige. Le statistiche si riferiscono all'anno idrologico, che inizia il 1° ottobre e finisce il 30 settembre dell'anno successivo.

valanga. (Fig. 37). Questo è significativamente al di sopra della media ventennale di 15 incidenti per inverno.

Negli incidenti, 35 persone sono state travolte da una valanga, quattro delle quali hanno perso la vita. Dieci persone sono rimaste ferite e 21 sono illese.

Colpisce il fatto che undici dei 19 incidenti sono avvenuti nel solo mese di gennaio. Questa concentrazione temporale insolita è collegata a un pronunciato problema di strati deboli permanenti nella zona centrale del manto nevoso, che è durato per tutto il mese.

Se guardiamo l'attività svolta dalle persone travolte dalle valanghe, emerge un quadro chiaro. Con l'eccezione di un incidente che ha coinvolto due persone che sono state sorprese da una valanga durante i lavori di sgombero della neve, tutte le persone coinvolte erano scialpinisti (Fig. 38). Al momento della valanga, 16 delle persone travolte erano in salita e 17 in discesa. Dato che le aree sciistiche sono rimaste chiuse per tutto l'inverno, in questa stagione non si contano incidenti da valanga con sciatori fuori pista. Tuttavia, in alcuni casi, le valanghe si sono verificate nelle vicinanze di piste o sui pendii per lo più non preparati (Fig. 39).

Se diamo un'occhiata al grado di pericolo di valanghe previsto per il giorno degli incidenti da valanga, circa il 60% degli incidenti è avvenuto al grado di pericolo 3, marcato. Quasi il 30% degli incidenti da valanga si è verificato al grado di pericolo 2, moderato e due incidenti si sono verificati al di fuori del periodo di previsione (Fig. 40).

In termini di inclinazione della zona di distacco, la maggior parte degli incidenti sono stati osservati in terreni estremamente ripidi ($> 40^\circ$). Una percentuale significativa (37%) delle valanghe è stata provocata anche in un terreno con una inclinazione tra 35° e 40° .

Riducendo la ripidità, il rischio può essere significativamente ridotto. L'inclinazione del pendio è uno dei fattori di formazione di valanghe più importanti e allo stesso tempo più facili da valutare (Fig. 41).

Per quanto riguarda l'esposizione (Fig. 42), si può notare che quest'inverno la maggior parte degli incidenti da valanga si sono verificati su pendii esposti a sud-ovest. Questo dato ripetutamente osservato negli incidenti da valanga in terreni esposti a sud dovrebbe essere preso in considerazione nella pianificazione delle escursioni e nella formazione. Anche se la distribuzione è fortemente influenzata da fattori nivo-meteorologici così come la frequentazione dei versanti da parte degli sci alpinisti o sciatori e quindi varia ogni inverno.

Non si sa fino a che punto la pandemia dovuta al Corona virus abbia un'influenza sul numero di escursioni e sul comportamento a rischio degli sciatori e quindi sul numero di incidenti.

Attività	Travolti	Feriti	Morti
Sci alpinismo in salita	16	3	2
Sci alpinismo in discesa	17	7	2
Persone su vie di comunicazione	2	0	0

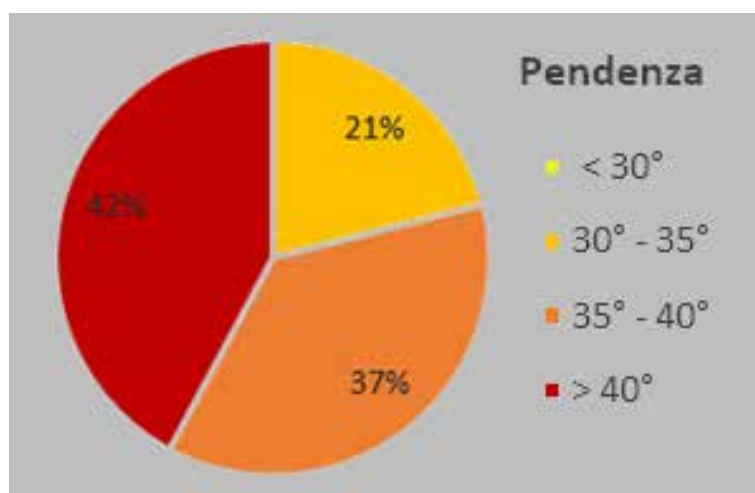
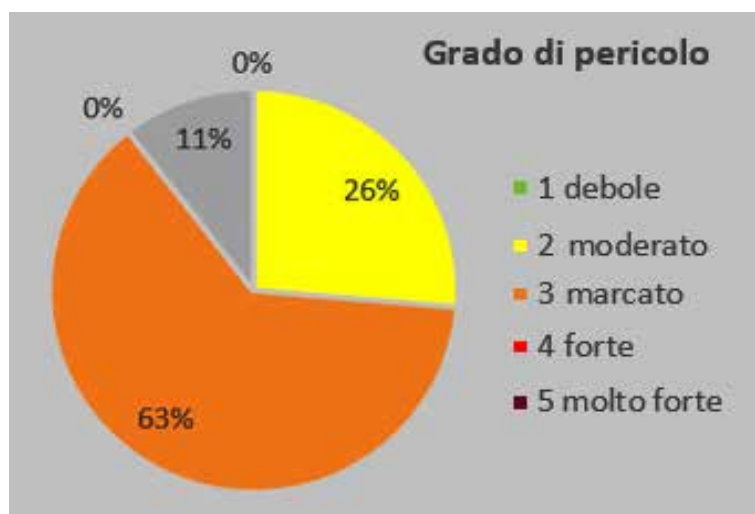


Fig. 39 - Attività svolta dai travolti dalle valanghe.

Fig. 40 - Distribuzione degli incidenti per grado di pericolo.

Fig. 41 - Distribuzione percentuale per classi di inclinazione in gradi ($^\circ$) della zona di distacco degli incidenti valanghivi del 2020/21.

Fig. 42 - Esposizione della zona di distacco delle valanghe con incidenti.



REGIONE LOMBARDIA

Susanna Grasso, Matteo Fioletti, Alfredo Praolini, Eraldo Meraldi

Centro Nivometeorologico ARPA Lombardia- Bormio

Rendiconto:

<https://www.arpalombardia.it/Pages/RSA/Rischi-naturali.aspx>

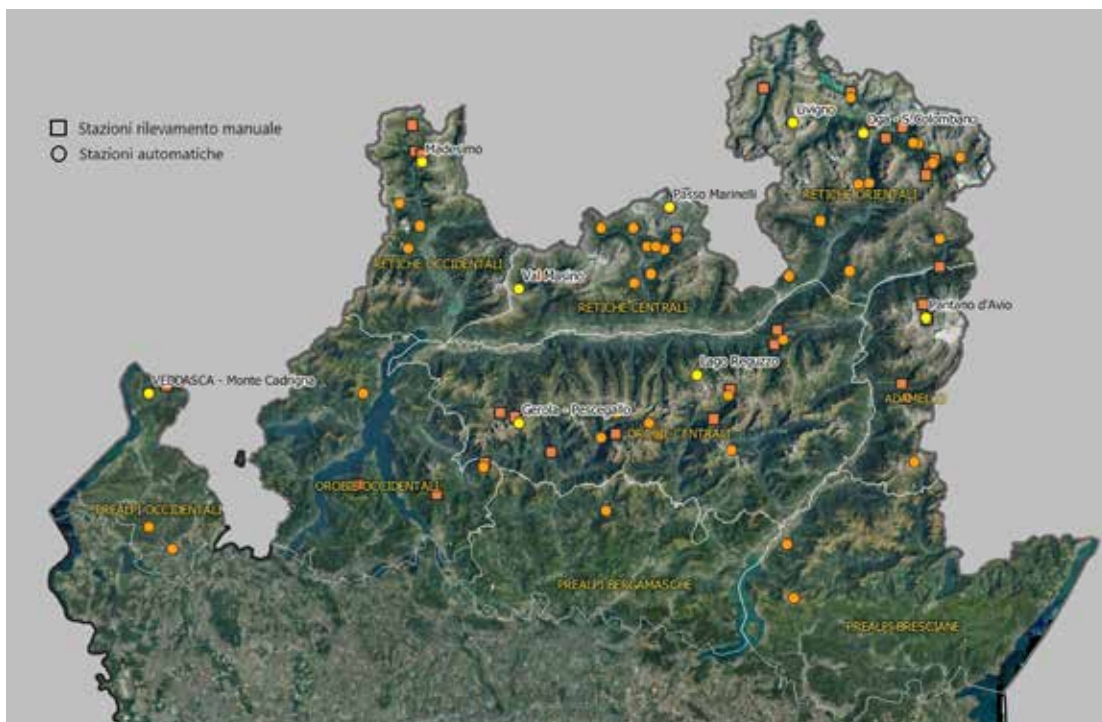
INTRODUZIONE

Dai dati raccolti si può confermare come la stagione invernale 2020-2021 sia stata caratterizzata da un innnevamento notevolmente superiore alla media (considerando gli ultimi 30 anni) su tutte le montagne lombarde; condizione dovuta principalmente alle consistenti precipitazioni nevose verificatesi in quota nel tardo autunno 2020 ed in particolare nei mesi di dicembre, gennaio, febbraio e aprile 2021. Non trascurabili le precipitazioni nevose tardo primaverili del mese di maggio che hanno contribuito ad incrementare e mantenere interessante lo spessore della coltre nevosa. Nel capitolo successivo vengono presentate le principali caratteristiche meteorologiche, suddivise per mesi, che

hanno influenzato la stabilità del manto nevoso e quindi l'attività valanghiva spontanea. A grandi linee possiamo comunque sintetizzare la stagione invernale in 6 parti:

- Prima: mese di ottobre caratterizzato da temperature sotto le medie, sia dell'ultimo decennio che del periodo 1980-2020, e da valori di precipitazione molto superiori alle medie con apporti di neve importanti in quota nella prima e nell'ultima settimana del mese.
- Seconda: mese di novembre con temperature nella media o tendenzialmente positive e con precipitazioni molto inferiori alle medie. Si tratta del secondo novembre più siccitoso degli ultimi 20 anni.
- Terza: dicembre e gennaio mesi con valori di precipita-

Fig. 1 - Posizionamento delle stazioni nivometeorologiche automatiche e manuali gestite da ARPA Lombardia e dal Centro Nivometeo. Evidenziate in giallo e con il rispettivo nome alcune stazioni automatiche per cui nel presente rapporto ne vengono presentati dati ed analisi climatiche.



zione molto superiori alle medie, con il transito di diverse perturbazioni ed importanti apporti nevosi. Da segnalare anche due episodi di neve con accumulo anche in pianura: il giorno 2 dicembre ed il giorno 28 sulla pianura centro-occidentale.

- Quarta: mese di febbraio caratterizzato da temperature decisamente superiori alle medie con una forte anomalia positiva riscontrabile anche in quota. Nelle prime due settimane si registrano nuovi importanti apporti nevosi contraddistinti dalla presenza di sabbia desertica.
- Quinta: mese di marzo praticamente secco e temperature in linea con la media del periodo.
- Sesta: a partire dalla seconda settimana di aprile riprendono nuove precipitazioni sull'intero territorio regionale che determinano accumuli di moderata entità. Continui apporti meteorici per tutto il mese di maggio con nuovi accumuli nevosi oltre i 2000-2200 metri. Mesi entrambi caratterizzati da temperature decisamente inferiori alle medie (periodo di riferimento dal 2006).

L'analisi dell'innevamento si è basata sui dati registrati da diverse stazioni automatiche della Rete di Monitoraggio gestita da ARPA LOMBARDIA e dalle osservazioni nivologiche manuali effettuate quotidianamente da operatori (Modello 1 - AINEVA). Vengono riportate in giallo



Fig. 2 - Altezza di neve al suolo misurata per la stagione 2020-2021 da alcune stazioni automatiche della rete di ARPA Lombardia, dislocate su tutto il territorio lombardo e rappresentative per le diverse zone nivometeorologiche omogenee.

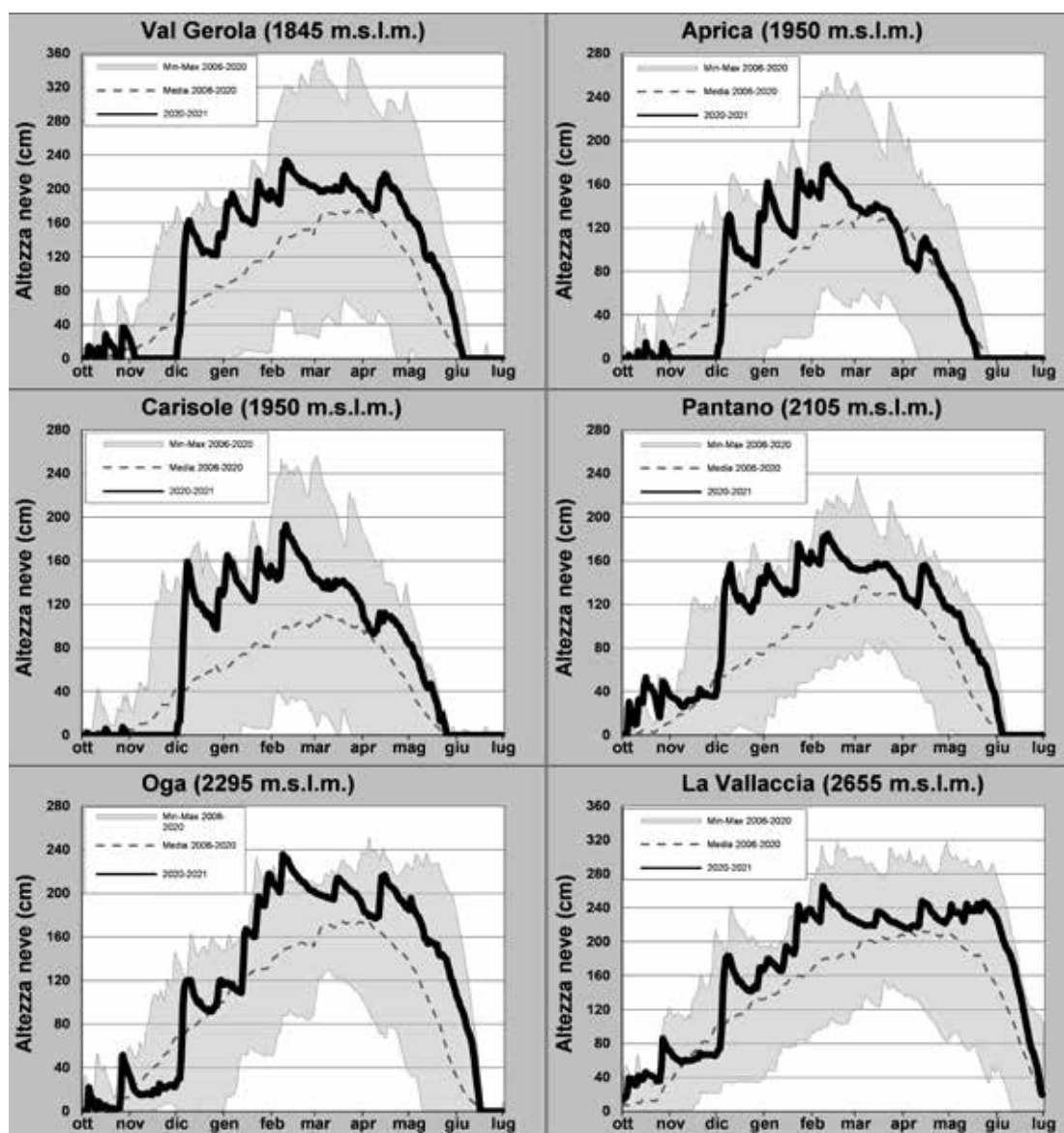


Fig. 3 - Andamento dello spessore di neve al suolo per la stagione 2020-2021 (linea in nero), confrontato con i valori del periodo di riferimento 2006-2020. Rappresentato con una linea tratteggiata il valore medio per il periodo di riferimento.

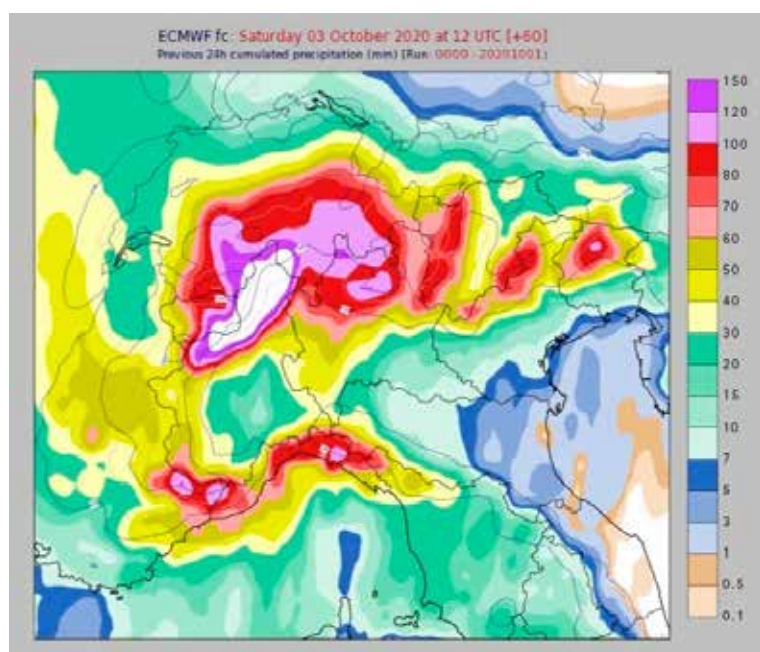
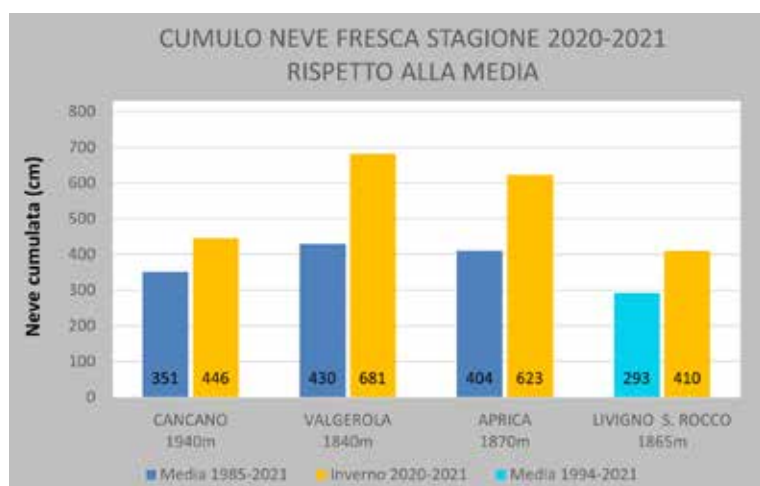
in Figura 1, per rendere più agevole la comprensione del loro collocamento sul territorio lombardo, alcune stazioni automatiche per cui, nel presente rapporto, verranno presentati dati ed analisi climatiche.

In Figura 2 viene riportato l'andamento dello spessore di neve al suolo misurato presso alcune stazioni automatiche, qui selezionate per rappresentare l'intero territorio lombardo e le diverse zone nivometeorologiche omogene. Da questo confronto si riesce sicuramente ad osservare come le precipitazioni del mese di maggio abbiano o non abbiano accresciuto la coltre nevosa, in funzione della quota di collocamento delle stazioni.

Dalla Figura 3 è possibile osservare come lo spessore di neve al suolo, misurato presso alcune stazioni automatiche durante la stagione 2020-2021, sia superiore alla media del periodo di riferimento 2006-2020 ma anche superiore alla media in assoluto osservata (confronti per alcune stazioni automatiche in Figura 10, in Figura 4 per le stazioni con rilievo manuale).

Fig. 4 - Cumulo neve fresca stagione 2020-2021 per alcune stazioni di rilevamento manuale (Modello 1 - AINEVA).

Fig. 5 - Previsioni dell'ECMWF per Sabato 03 ottobre 2020.



ANDAMENTO NIVOLOGICO E ATTIVITA' VALANGHIVA SPONTANEA

Ottobre e Novembre 2020

La stagione inizia molto precocemente con una prima e intensa fase di maltempo tra il 2 e il 5 ottobre (Fig. 5), giorni in cui una grossa depressione sul Mediterraneo convoglia correnti molto umide e perturbate in direzione delle Alpi provocando precipitazioni da record specie in Piemonte e Lombardia. La neve si deposita abbondante oltre i 2600-2800 m e sulle Retiche Centrali si misurano accumuli di neve fresca da 60 cm fino ai 100 cm misurati dalla stazione automatica di Passo Marinelli.

Il 26-27 ottobre, una profonda ma stretta saccatura atlantica, transita nelle 36 ore (tra lunedì mattina e le prime ore di martedì) apportando con flusso da SW abbondanti precipitazioni. Nelle 24 ore di lunedì, in particolare nel pomeriggio, le piogge sono intense e la neve cade abbondante oltre i 2200-2400 m nella prima parte della giornata; dal pomeriggio la quota neve si abbassa fino ai 1600-1400 m. A fine episodio i valori previsti di precipitazione vengono abbondantemente superati (previsti in genere da 50 a circa 100 mm), in quanto i pluviometri registrano apporti piovosi da 80 a oltre 200 mm (60 mm Bormio, 220 mm Valcanale Ardesio). Anche la neve, già significativa intorno a 2000 m (20 cm Aprica, 36 cm Valgerola e Madesimo, 11 cm Piani di Bobbio), oltre i 2300 m risulta assai abbondante e varia da 40 a 80 cm (40 cm Lago Della Vacca, 54 cm Oga, 78 cm Val Masino, 80 cm Lago Reguzzo, 64 cm Passo Marinelli). In seguito quindi al nuovo contributo di questo secondo evento, a fine ottobre, si ha già un accumulo che oltre i 2500 m varia dai 100 ai 130 cm.

In quota, i forti venti da SW hanno determinato una distribuzione irregolare e la formazione di accumuli e lastroni. Oltre i 3200 m circa, sul versante Nord della Cima del Tresero, si staccano due lastroni da vento che interessano l'intero versante. La neve superficiale molto soffice poggia su un lastrone, mediamente duro, ed alla base le resistenze sono nuovamente medio-basse. Interessante notare la formazione al suolo del manto nevoso stimata da SNOWPACK: la neve nuova o si è depositata sul terreno scoperto o su croste piuttosto dure che favoriscono un piede stabile al manto nevoso stagionale (Fig. 6). Novembre si presenta come un periodo caratterizzato da anticlioni atlantici e mediterranei e come una fase di stasi. Mese di rara siccità che non determina quindi nuovi accumuli.

Dicembre 2020

Puntuale con l'inizio dell'"inverno meteorologico" (1° dicembre), un primo fronte atlantico interessa modestamente le regioni alpine. Le correnti sono molto fredde e,

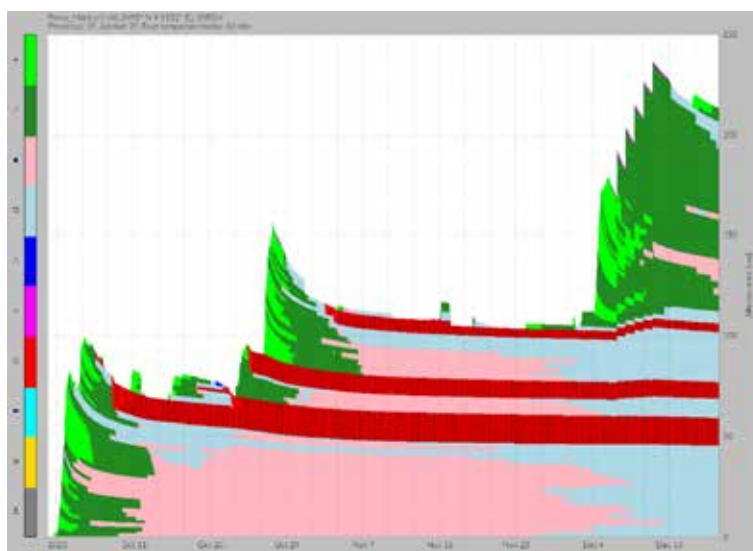
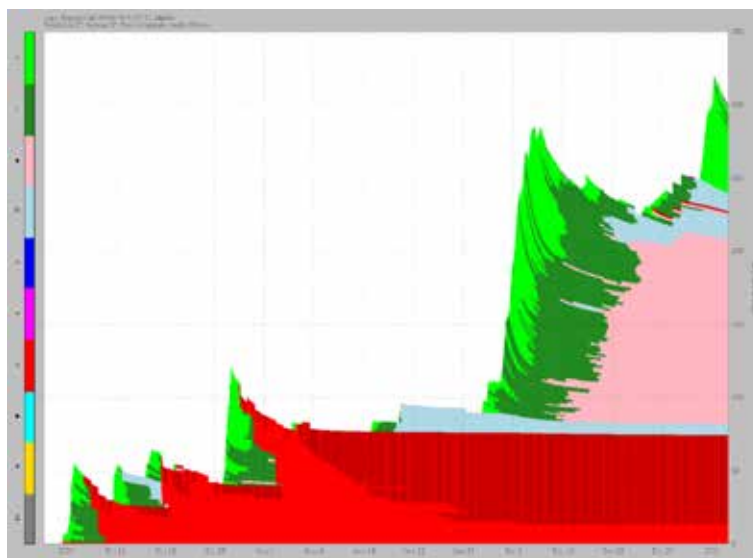
sebbene gli apporti si aggirino intorno ai 5-20 cm, a tratti la neve raggiunge il fondovalle delle Alpi e temporaneamente la Pianura (nevischia a Milano martedì 2). Questo strato di ridotto spessore si depone su un manto nevoso generalmente stabile, ad esclusione dei pendii ombreggiati in quota ove già è attiva la formazione di cristalli angolari a debole coesione. Si crea pertanto una condizione precaria per quanto si depositerà da venerdì 4 a domenica 6. Da venerdì 4 dicembre una vasta e profonda depressione dà inizio a un prolungato episodio di tempo perturbato con precipitazioni diffuse su tutta la regione e accumuli forti o molto forti sulle Alpi (50-80 cm vedi Fig. 6) e sulle Prealpi lombarde (40-60 cm), moderati sulla pianura con neve fino a bassa quota. Il bollettino riflette di conseguenza la situazione con indice di pericolo che passa a 4-FORTE su Retiche, Adamello e Orobic Centrali, 3 MARCATO sui restanti settori con attivazione del Centro Funzionale. Le imponenti nevicate innescano diversi distacchi: una valanga interessa la strada, già preventivamente chiusa al traffico, che porta a Bazena (Passo Crocedomini) mentre vengono segnalati anche degli scaricamenti in Val Chiavenna a Madesimo.

Lunedì 7 dicembre le precipitazioni rimangono da deboli a moderate ed il limite delle nevicate oscilla parecchio con neve temporanea fino a 600-800 m di quota. Si attendono distacchi di valanghe grandi e molto grandi, soprattutto oltre i 2300 m. Il comune di Livigno mantiene chiuse piste da fondo e pedonali.

Dopo le copiose nevicate della prima decade di dicembre, si sussegue una fase più stabile con temperature nettamente più miti (quasi autunnali!). A fasce altimetriche medio/basse si rilevano i primi movimenti di reptazione, "bocche di balena", mentre in quota sono evidenti processi di assestamento e consolidamento del manto. Il tempo inizia a cambiare proprio nella giornata di Natale quando una profonda depressione artica porta nuovi correnti perturbate in quota e, in particolare tra il 27 e il 28 dicembre, determina apporti nevosi: sopra i 1400 m, spessori compresi tra 20-30 cm sul settore delle Retiche Orientali, più abbondanti (30-50 cm) sui restanti settori. Vento forte in quota determina una costante irregolare deposizione di neve fresca al suolo e la formazione di lastroni medio-soffici nelle zone morfologicamente più predisposte (conche, canali ed avvallamenti). Vengono segnalate alcune valanghe lungo la SS36 in zona Madesimo.

Gennaio 2021

Anche gennaio si presenta come un mese ricco di nevicate. La situazione perturbata di fine anno prosegue sulla parte occidentale e centrale della regione anche durante i primi giorni del mese. Una depressione di origine artica attiva



correnti sudoccidentali fredde sul Nord Italia e porta, tra il 1° e il 4 gennaio, neve molto fredda, facilmente trasportabile dal vento. Le precipitazioni, in particolare tra venerdì e sabato (1-2 gennaio), risultano moderate e localmente forti sulla fascia orobico-prealpina con limite delle nevicate in innalzamento a 400-700 m di quota. Nell'intero periodo si registrano apporti nevosi dai 40 agli 80 cm (Lago Reguzzo - Fig. 7) pressochè su tutti i settori, ad esclusione di Retiche Orientali e Adamello dove si misurano 15-30 cm. La presenza del vento determina un trasporto e una deposizione irregolare della neve alimentando gli accumuli nelle zone morfologicamente più predisposte. L'indice di pericolo viene portato a 3-MARCATO su tutti i settori. Sui pendii più ripidi si rilevano frequenti scaricamenti ma vengono segnalate anche molte valanghe a lastroni di medie e grandi dimensioni.

Segue una settimana caratterizzata da temperature molto basse in cui di notte si registrano le temperature più estreme della stagione con -24 °C a Livigno e fino a -27 °C a S. Caterina Valfurva paese.

Fig. 6 - Profilo SNOWPAXCK simulato per la stazione di Lago Reguzzo (quota 2440 m s.l.m.), Orobic Centrali.

Fig. 7 - Profilo simulato SNOWPAXCK per la stazione di Passo Marinelli (quota 3032m s.l.m.).

Fig. 8 - Valanga di grande dimensione, provocata da scialpinisti domenica 16 gennaio in Val Tartano.



Fig. 9 - Valanga scesa sabato 23 gennaio 2021 dal monte Trabucco investe il villaggio di baite e seconde case della località Campolaro sopra Bienna.



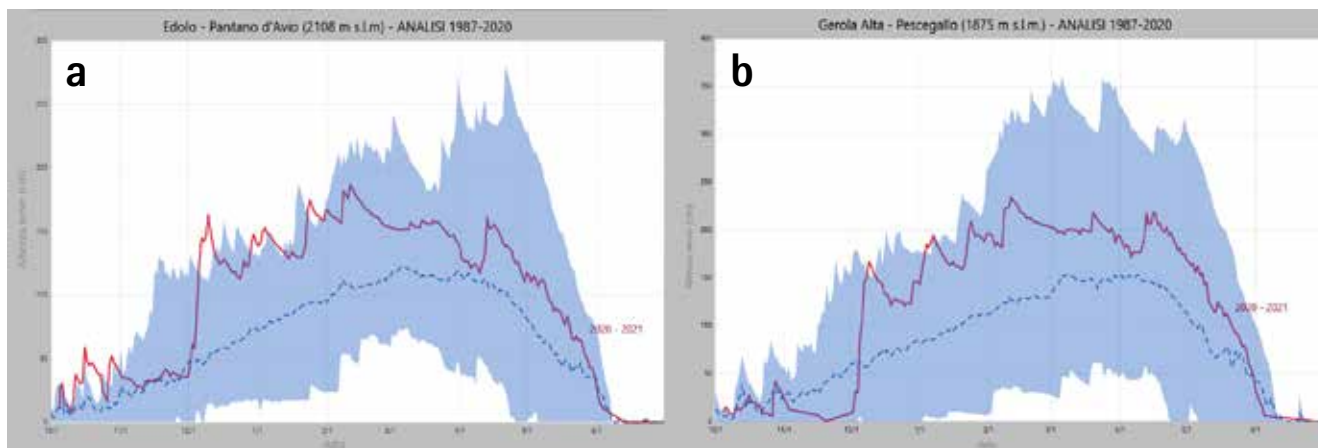
Tra il 12 e il 16 gennaio, forti correnti da Nord determinano condizioni di stau sui versanti nordalpini e foehn in particolare su Orobie e Prealpi. Sui settori retici si registrano 20-50 cm (Livigno) di neve fresca. I venti forti causano erosione di creste e dorsali ed accumuli e lastroni molto importanti in canali ed avvallamenti che risultano molto instabili, soprattutto nel comprensorio di Livigno. Si staccano valanghe spontanee e provocate (Fig. 8) di grandi dimensioni. Giovedì 14 gennaio una valanga a 1400 m di quota in Valle Imagna travolge due scialpinisti.

Ancora un terzo episodio tra il 21-23 gennaio porta nuovi accumuli. Le temperature permangono fredde, al di sotto della norma del periodo, tanto che giovedì 21 nevica fino a 300-500 m di quota. Venerdì il limite delle nevicate sale leggermente ma con le precipitazioni più intense nelle 24 ore si registrano apporti di 30-50 cm.

Il cumulo per l'intero periodo è compreso tra 30-50 cm su Retiche, Adamello e Prealpi, 50-80 cm su Orobie. Il grado di pericolo viene innalzato a 4 FORTE già venerdì 22 sulle Orobie, a seguire, da sabato 23 anche su Retiche e Adamello. Vengono segnalate numerose valanghe (Livigno, Bazena, Val Tartaro) da grandi a molto grandi tra cui una valanga staccata dal Monte Trabucco che seppellisce alcune auto e arriva a lambire le case di Campolaro (Fig. 9). Sulle pendici del Mortirolo, sotto Cima Cadi, un escursionista con la motoslitte rimane sepolto da una valanga e perde la vita.

Febbraio 2021

Anche febbraio rimane un mese in cui tenere alta l'attenzione dato il grado di pericolo per via dell'aumento delle temperature.

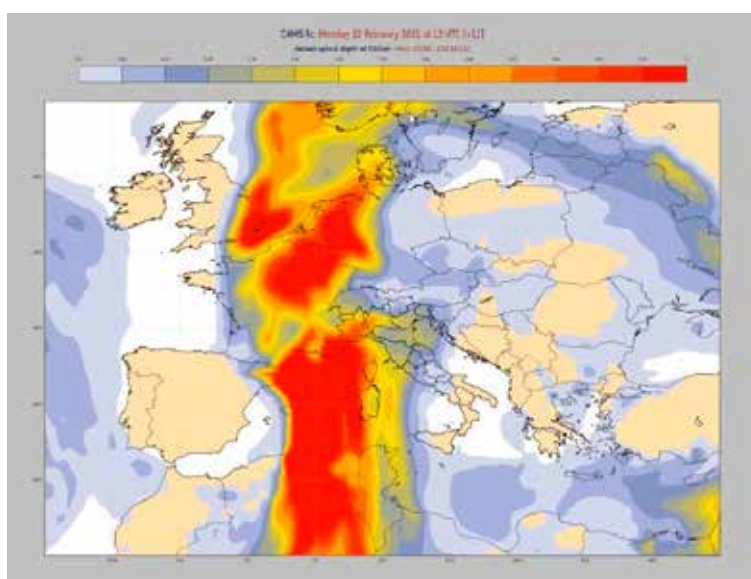


Tra il 6 e l'8 febbraio una perturbazione proveniente dal Sahara apporta correnti umide e perturbate verso le regioni alpine depositando con la neve/pioggia la sabbia desertica che colora in modo importante la superficie del manto nevoso. Si vuole precisare che il fenomeno di trasporto di pulviscolo sahariano e la conseguente impressionante colorazione rossastra dell'aria e del manto nevoso non si è presentato in Lombardia così accentuato come in altre zone dell'arco alpino occidentale.

Sabato 6 le precipitazioni sono piuttosto deboli, domenica si intensificano progressivamente passando da moderate a localmente forti. Il limite delle nevicate, al mattino posto a 1000-1200 m, nel corso della giornata si innalza anche oltre i 1500-1700 m.

Il rialzo termico e l'umidità provocano alcuni distacchi spontanei di neve umida/bagnata e valanghe quasi "primaverili". Lunedì 8 febbraio l'indice di pericolo viene portato a 4-FORTE su Orobie Occidentali e Prealpi Bresciane e Bergamasche poiché, a quote medio-basse, le piogge hanno portato a una dilavazione del manto nevoso accentuando la dinamica dei movimenti lenti già in atto.

Già prima di questo evento, e ancor più in seguito alle nuove precipitazioni, gli spessori sulle montagne lombarde sono ben al di sopra delle medie trentennali (Fig. 10). Nuove nevicate si registrano tra il 9 e il 10 febbraio, al di sopra degli 800-100 m s.l.m., con accumuli tra i 15 e i 30 cm. A partire dal 20 febbraio l'alta pressione sub-tropicale determina un drastico aumento delle temperature (che raggiungeranno valori tipicamente primaverili) su tutto il territorio lombardo compresa la fascia alpina con zero termico oltre i 2600-2800m. L'indice di pericolo viene portato da 2-MODERATO IN AUMENTO a 3-MARCATO su tutti i settori; problemi valanghivi principali dovuti a neve umida e bagnata. Come verificatosi agli inizi di febbraio, le correnti calde portano con sé sabbia sahariana (Fig. 11). In Fig. 15 è possibile osservare le anomalie di temperatura per il mese di febbraio 2021, positive (fino a oltre +5°) sull'intero territorio regionale.



Marzo, Aprile e Maggio 2021

Marzo, con assenza di precipitazioni, si caratterizza come un mese quasi "secco" senza nuovi apporti nevosi. Temperature nella media, una massa d'aria leggermente più fredda del normale in quota. Per i previsori valanghe un mese in cui "tirare un pochino il fiato".

La seconda settimana del mese di aprile vede precipitazioni sull'intero territorio regionale, principalmente nella giornata di lunedì 12, più intense sulla parte orientale della regione. Tra l'11 e il 13 aprile si verificano precipitazioni nevose sopra i 2000 m, in particolare su Orobie Centrali, Retiche Centrali e Orientali e Adamello, che determinano accumuli di moderata entità (20-30 cm). L'indice di pericolo viene portato a 3-MARCATO per Retiche, Orobie, Adamello, Prealpi Bresciane e Bergamasche.

Il mese di maggio vede continui apporti meteorici su tutto il territorio con anomalie positive di precipitazione (fino a +60/+90 mm) sui rilievi. I primi giorni di maggio si registrano nuove precipitazioni su tutta la regione, anche a carattere temporalesco nella giornata di sabato 1° maggio, che portano, oltre i 2000 m, nuovi apporti nevosi di 15-30 cm (Lago Reguzzo).

Fig. 10 – Andamento dell'altezza di neve registrata da alcune stazioni automatiche della rete di ARPA LOMBARDIA durante la stagione 2020-2021 (in rosso), in confronto al valore minimo massimo e medio registrato dal 1987 al 2020.

Fig. 11 – Previsioni per l'Aerosol optical depth a 550 nm prodotte da CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring Service) per il 22 Febbraio 2021.

Fig. 12 – Macroaree (Alpi Retiche e Alpi Orobie) in cui sono state raggruppate alcune zone nivometeorologiche omogenee per analizzare l'andamento più critico dei gradi di pericolo valanghe per la stagione 2020-2021.



Dal 12 al 16 maggio si verificano nuove e continue precipitazioni sull'intero territorio regionale, principalmente nella giornata di lunedì 12, più intense sulla parte orientale della regione. Oltre i 2000 m si registrano ancora apporti nevosi in occasione dei principali eventi di precipitazione. Sino al 25 maggio continuano moderate e diffuse precipitazioni sulla porzione alpina e prealpina della regione con apporti che contribuiscono a mantenere lo spessore della coltre nevosa che inizia quindi ad assotigliarsi solo a partire dall'ultima settimana di maggio.

ANDAMENTO GRADI DI PERICOLO

Nella presente analisi, al fine di riportare quelli che sono stati i gradi di pericolo più critici per la stagione 2020-2021 espressi nei Bollettini Neve e Valanghe emessi dai previsori del Centro Nivometeorologico ARPA di Bormio, è stato analizzato lo stato più critico emesso per le zone nivometeorologiche omogenee appartenenti alle due macroaree qui suddivise in Alpi Retiche e Alpi Orobie (Fig. 12). Dall'analisi stagionale sull'utilizzo dei gradi di pericolo emerge che percentualmente, considerando il grado di pericolo più elevato emesso in ogni bollettino per la/le nivozona/e appartenenti alle macroaree individuate, il grado maggiormente attribuito è stato il 2-MODERATO (44%) per le Alpi Orobie e il 3-MARCATO (47%) per le Alpi Retiche (Fig. 13). I principali casi di instabilità, indice 4-FORTE, sono riconducibili principalmente a 2 episodi di abbondante precipitazione nevosa (5-9 dicembre 2020 e 22-25 gennaio 2021), che hanno interessato la maggior parte dei rilievi, ed all'episodio 6-8 febbraio 2021 in cui il flusso nord-africano, portando un drastico aumento delle temperature e precipitazioni scioccali, ha determinato una situazione nivale anomala, di stampo quasi primaverile. L'8 febbraio è stato quindi emesso indice di pericolo pari a 4-FORTE per le Orobie e a 3-MARCATO per le Retiche. Nelle Figure 14 (a,b) viene riportato l'andamento del grado massimo di pericolo valanghe attribuito per le due macroaree alpine sopra citate. Genericamente l'attribuzione di un grado di pericolo for-

Fig. 13 – Percentuale dei gradi di pericolo valanghe più critici attribuiti per la macroarea delle Alpi Retiche (a) e delle Alpi Orobie (b), calcolata per i bollettini emessi nella stagione 2020-2021 dal 01/12/2020 al 30/04/2021.

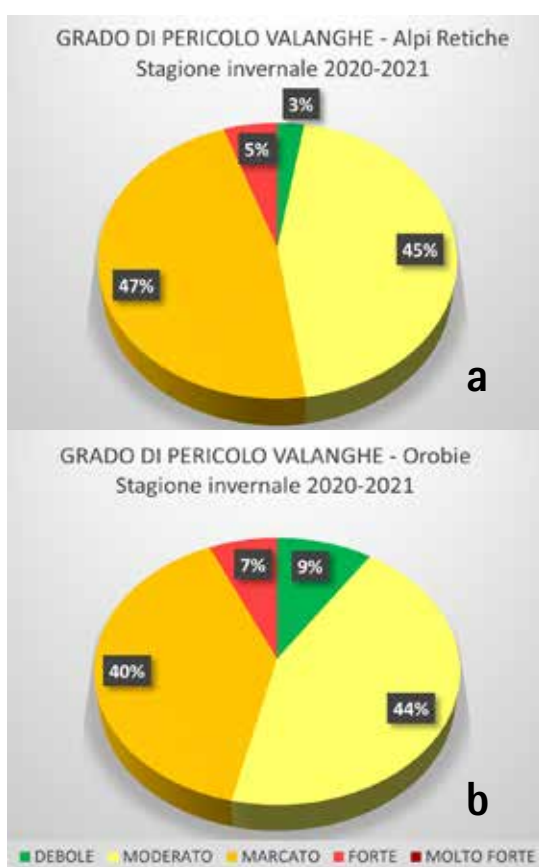
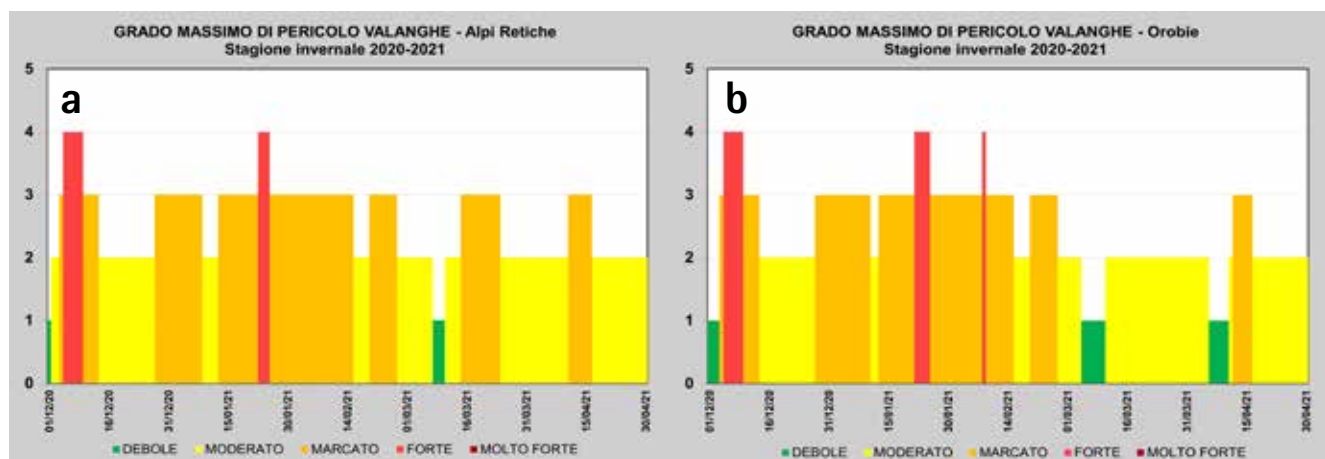


Fig. 14 - Andamento dell'indice di pericolo più critico attribuito sulle Alpi Retiche(a) e sulle Alpi Orobie (b) per la stagione 2020-2021 (Bollettini dal 01/12/2020 al 30/04/2021).



te/marcato, all'interno del periodo 1° dicembre 2020 – 30 aprile 2021, è stato legato a nuove nevicate (abbondanti o continue) all'infuori del mese di febbraio in cui il principale fattore è stato l'aumento delle temperature e le piogge che hanno accentuato la dinamica dei movimenti lenti del manto nevoso.

Non è stato riportato, per questioni di periodi di riferimento legati alla statistica, il non trascurabile andamento dell'indice di pericolo del mese di maggio; mese in cui le persistenti perturbazioni e precipitazioni hanno continuato a mantenere elevato il livello di attenzione (grado 4-FORTE riportato per esempio per il 3 e il 12 maggio).

TEMPERATURE

In Figura 15 vengono riportate le anomalie di temperatura medie mensili, calcolate come la differenza tra il valore medio mensile di temperatura in un punto (dati spazializzati) e la relativa media calcolata sul periodo 2006-2020. Come anticipato anche dal Titolo, la stagione 2020-2021 è stata caratterizzata da una primavera (marzo, aprile e maggio) molto fresca.

Anche i mesi di ottobre 2020 e di gennaio 2021 sono stati caratterizzati da temperature inferiori alla media, con anomalie più evidenti nei valori in quota che suggeriscono la presenza di una massa d'aria piuttosto fredda. Dalle Figure 16 (a,b) che riportano a titolo di esempio le temperature massime e minime registrate per Edolo (stazione di Pantano d'Avio) e in prossimità del Lago del Barbellino, si può verificare come anche le temperature massime siano rimaste comunque negative.

Mesi particolari, caratterizzati da una anomalia termica positiva sono stati i mesi di novembre 2020 e febbraio 2021. A febbraio in particolare, dopo una parentesi fredda tra i giorni 8 e 16 del mese, si è presentata una terza decade con valori massimi che hanno superato più volte nella regione i 20 °C. L'anomalia positiva è chiaramente riscontrabile anche nei valori in quota con uno scarto di oltre 1-3 °C e uno zero termico circa 500 metri più in alto rispetto ai valori medi del periodo. Notevole anche l'escursione termica giornaliera (Fig. 16). Si riporta in Figura 17 la temperatura misurata nel mese di febbraio 2021 per alcune stazioni automatiche della rete di ARPA LOMBARDIA.

RISERVE IDRICHE – SNOW WATER EQUIVALENT (SWE)

La stagione 2020-2021 si colloca tra le migliori 4 dell'ultimo ventennio come quantitativi di accumulo nivale (Fig. 18). Tanto è vero che questo ha fatto sì che durante la stagione invernale, per l'area alpina e prealpina, la risorsa idrica immagazzinata sotto forma di SWE abbia raggiunto anche il 90% della riserva idrica totale per alcuni dei

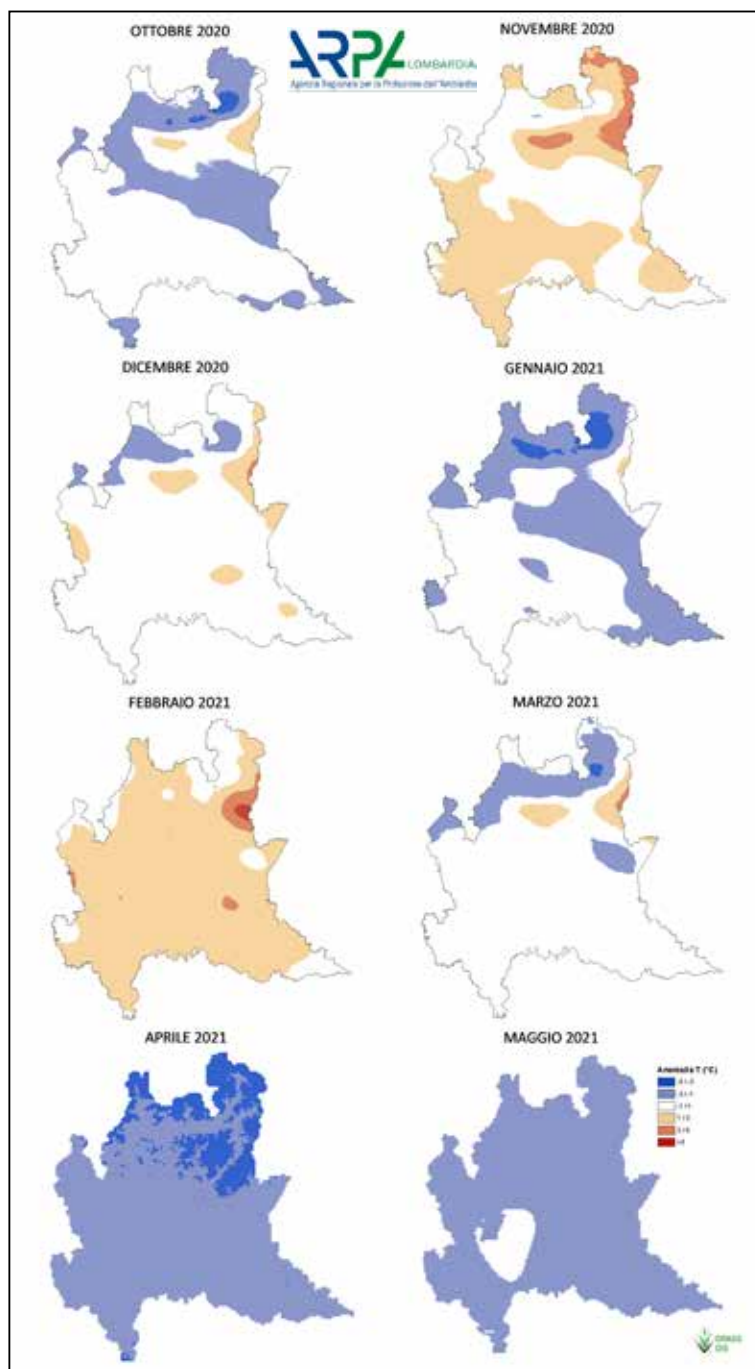


Fig. 15 - Anomalie di temperatura medie mensili (riferendosi al confronto con il periodo 2006-2020). L'anomalia mensile di temperatura calcolata consiste nella differenza tra il valore medio mensile di temperatura in un punto (dati spazializzati) e la relativa media calcolata a partire dal 2006. La spazializzazione dei dati è stata ottenuta con un metodo di Interpolazione Ottimale con detrending dipendente dalla quota.

bacini monitorati dal Servizio Idrometeorologico di Arpa Lombardia. L'ultima stagione mostra quindi una maggior disponibilità delle riserve idriche in tutti i bacini alpini e prealpini, sia rispetto alla stagione 2019 sia rispetto alla media del periodo di riferimento 2006-2020 (Fig. 19). E' importante poter evidenziare che, le abbondanti nevicate invernali, le fresche temperature dei mesi di aprile e maggio e le precipitazioni nevose tardo primaverili hanno contribuito ad incrementare e mantenere interessante lo spessore della coltre nevosa: a metà luglio la riserva idrica sottoforma di SWE rappresentava ancora il 10% della riserva idrica complessivamente immagazzinata (il confronto con gli anni precedenti 2006-2020, Fig. 20, mostra come in tale periodo solitamente la riserva sot-

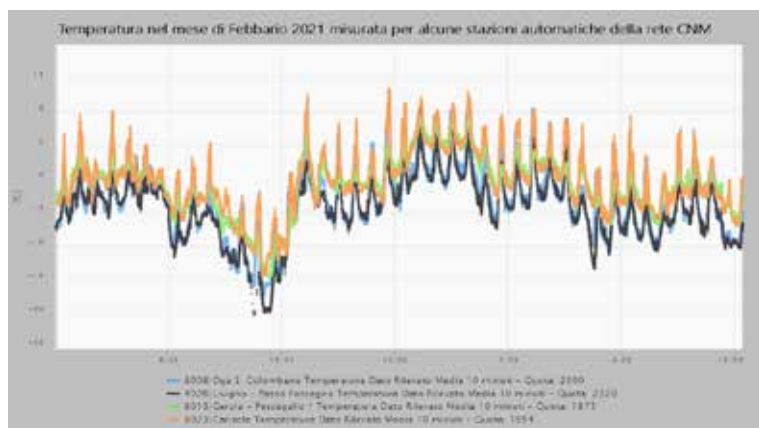
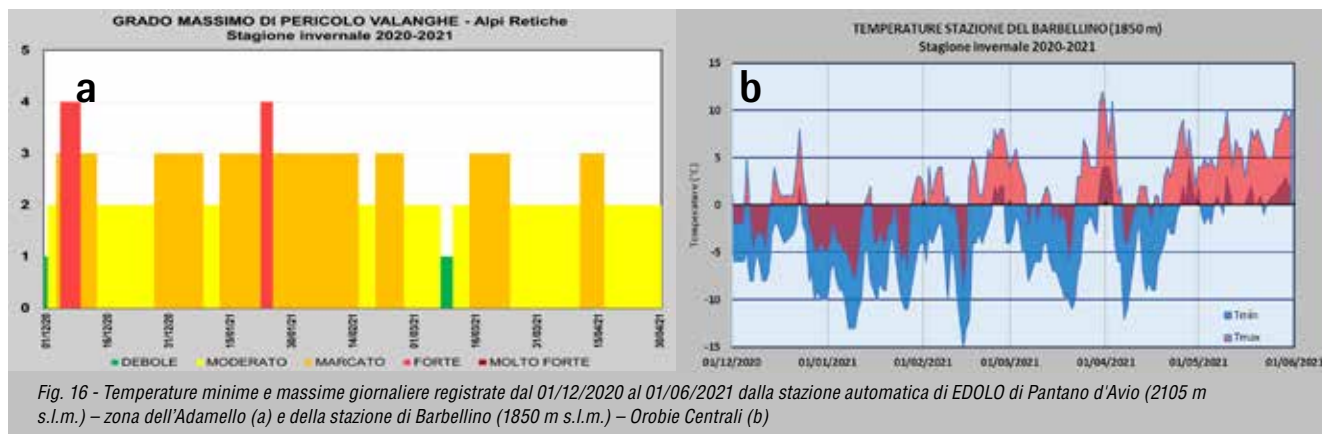


Fig. 17 - Temperatura misurata nel mese di febbraio 2021 per alcune stazioni automatiche della rete di ARPA LOMBARDIA

Fig. 18 - Stima potenziale dell'equivalente idrico della neve (espresso in Milioni di metri cubi, Mmc), calcolata tramite spazializzazione delle stime puntuali e l'incrocio tematico con mappe di innevamento derivate da classificazione delle immagini satellitari, per il Bacino idrografico montano Adda-Mera-Lario dalla stagione 2005-2006 alla stagione 2020-2021.

toforma di SWE si fosse già completamente esaurita). Confrontando in particolare i dati raccolti dalla campagna SWE sui principali apparati glaciali, condotta dal Centro Nivometeorologico di ARPA LOMBARDIA a partire dal 2015, si può osservare come lo SWE della stagione 2020-2021 risulti superiore alla media (anche notevolmente superiore a seconda dei ghiacciai). In Figura 21 viene riportato l'equivalente in acqua della neve (SWE) calcolato a partire dai dati raccolti, espresso in kg/m^2 (ovvero considerato come il peso dell'acqua di disgelo per metro quadrato che risulterebbe se il manto nevoso si sciogliesse del tutto). I quantitativi misurati per il ghiacciaio del Dosegù è probabile che riportino una sottostima dovuta alle condizioni ambientali e alle caratteristiche del manto che hanno influenzato le modalità di campionamento. Sono stati riscontrati spessori della neve compresi tra

circa cm 300 e oltre cm 550, e densità variabili da 450 a 550 Kg/m^3 .

I valori più elevati di SWE sono stati misurati sugli apparati glaciali di Sobretta (Alpe Sud) e di Fellaria Orientale (stimati 21 e 22 m di neve cumulata); valori compresi tra 15 e 20 m di neve cumulata si calcolano sui rimanenti ghiacciai interessati dalle misure.

INCIDENTI DA VALANGA

Una stagione invernale "nella norma" per quanto concerne il numero degli incidenti in valanga sulle montagne lombarde (Fig. 22): 18 incidenti noti con 26 travolti, 15 illesi, 8 feriti e 3 vittime. Tra i travolti 21 sono stati scialpinisti (12 travolti in salita e 9 in discesa), 4 alpinisti e uno in motoslitte. Le vittime sono state 3 di cui uno in motoslitte e due scialpinisti in salita.

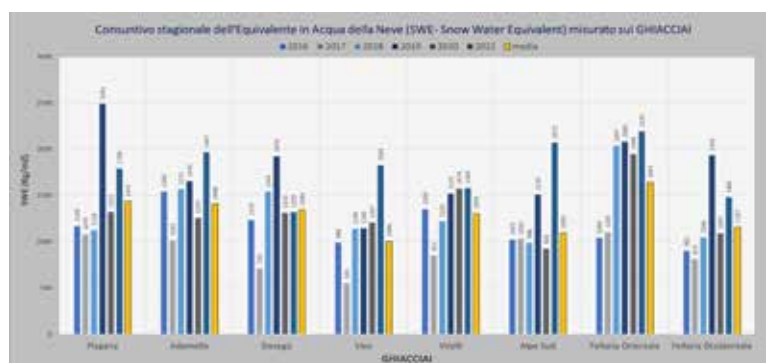
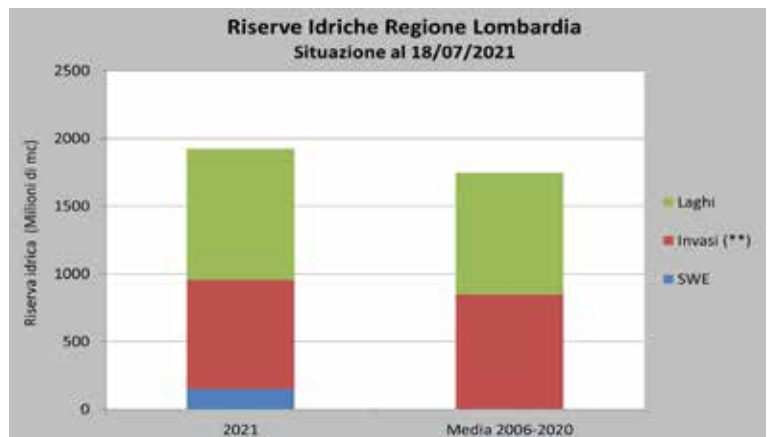
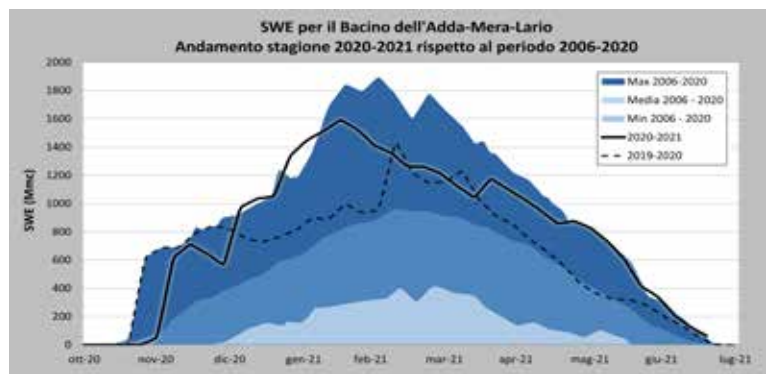
Il primo incidente mortale si verifica il **13 gennaio presso Costa del Palio in Val Imagna (BG)**. In una giornata di forte vento, con importante trasporto di neve, due scialpinisti imprudentemente si posizionano al di sotto della cresta sul versante sottovento per coprirsi. Mentre uno dei due scialpinisti rimane semisepolto e disorientato, il secondo, nonostante l'intervento dei soccorsi, viene ritrovato deceduto solo dopo un'ora dall'unità cinofila da valanga. Entrambi i travolti erano sprovvisti di A.R.T.V.A, nonostante la Legge Regionale 26/2014 e s.m.i. renda obbligatoria la dotazione di appositi attrezzi e sistemi di autosoccorso durante le escursioni in ambiente innevato.

L'incidente occorso sulla **Cima Cadì il 24 gennaio nel Comune di Toro Sant'Agata (SO)** vede invece coinvolti degli escursionisti in motoslitte. Questi, dopo aver girato tutta la mattina, staccano una valanga e uno di loro rimane sepolto. Anche in questo caso tutti i componenti erano sprovvisti dell'attrezzatura di autosoccorso, pertanto i soccorsi, protratti oltre l'ora, ritrovano il giovane sepolto deceduto.

Un altro incidente mortale si verifica il **22 marzo nei pressi del Passo della Manina (Comune di Lizzola - BG)** dove viene coinvolto uno scialpinista che, procedendo in salita,

entra in un piccolo accumulo ben identificabile (dovuto al trasporto da vento da quote più alte dove, nei giorni precedenti, si erano registrate deboli nevicate) e stacca sopra di lui una placca da vento. Questa lo travolge e lo trascina per centinaia di metri lungo uno stretto canale roccioso. Nonostante i soccorsi e le cure prestate nei giorni successivi, date le gravi condizioni, viene a mancare.

Interessante caso da analizzare il verificarsi, a fine stagione, di due incidenti nella stessa giornata dell'8 maggio, nella zona del **Pizzo Tresero, Valle dei Forni** (SO). Nella mattina di sabato la zona risulta molto frequentata e, nonostante qualche distacco provocato a distanza e l'avvistamento di valanghe spontanee di piccole dimensioni (questo a dimostrare che c'erano delle situazioni di instabilità locali!), tutti (diversi gruppi di escursionisti) proseguono. A un certo punto una valanga provocata in discesa travolge uno scialpinista che, fortunatamente, si ritrova in superficie ed illeso. Contemporaneamente, nonostante anche questo avvertimento, altri scialpinisti proseguono verso il pendio ripido che porta alla **Punta Pedranzini**, innescando un distacco che travolge una scialpinista. Anche in questo caso la persona rimane fortunatamente illesa perdendo solo uno sci. La concomitanza dell'abbondante innevamento e la chiusura degli impianti di risalita, a causa dell'emergenza COVID-19, ha evidentemente portato una ondata di nuovi frequentatori della montagna e nella pratica dello scialpinismo e delle racchette da neve. La mancanza di esperienza e di conoscenza porta sicuramente ad una sottovalutazione del pericolo e di conseguenza ad una errata percezione del rischio, andando incontro a potenziali incidenti. Va detto che fortunatamente, nonostante l'alta frequentazione e il numero di "neofiti", il numero degli incidenti della stagione è rimasto nella media delle ultime annate.



Centro Nivometeorologico INCIDENTI DA VALANGA IN LOMBARDIA Stagione 2020 - 2021 Elaborazione dati: Eraldo Meraldi										RITROVAMENTO										Legenda categorie: 1 = sci alpinisti in salita 2 = sci alpinisti in discesa 3 = sci fuori pista 4 = sci in pista 5 = alpinisti 6 = vie d'accesso 7 = abbazzoni 8 = diversi	
	CATEGORIA	INDICE PERICOLO	PRESENTI	TRAVOLTI	ILLES	FERITI	MORTI	DISPERSI	SEPOLTI	SEMISEPOLTI	IN SUPERFICIE	ARTVA	U.C.V.	SONDAGGIO	VISTA/AUDITO	LIBERATI DA S	Altro				
1	02.12.2020 - Monte Legnone - Loc. Scogglione - via "Dado" - SO	5	2	2	1	1					1						1	Alpinista in salita			
2	20.12.2020 - Grignetta - Canalone Porta - LC	5	1	2	2	1	1				2						2	Alpinisti in salita			
3	06.01.2021 - Val Masino - Punta Medaccio - SO	5	3	1	1	1					1						1	Alpinista in salita			
4	09.01.2021 - Val Tartano - Monte Seleron - SO	2	3	5	2	1	1				1	1				1	1				
5	12.01.2021 - Val Tartano - Cima Vallocci - SO	2	2	2	1	1					1						1	perso lo sci, poi ritrovato			
6	13.01.2021 - Monte Toro - Foppolo - BG	2	3	1	1	1					1						1				
7	13.01.2021 - Val Imagna - Costa del Palio	1	3	2	2		1	1			1	1			1			senza ARTVA			
8	24.01.2021 - Val Canale - BG	2	4	1	1	1					1						1	scialpinista solitario - perso gli sci			
9	24.01.2021 - Cima Cadi - Tovo Sant'Agata - SO	8	4	6	1			1			1				1			sciabinista			
10	31.01.2021 - Crocedomini - Goleto Gavero - BS	1	2	1	1	1					1						1	movimento lento			
11	21.02.2021 - Monte Torena - SO	1	3	4	3		3				3					3		crollò di cornice			
12	07.03.2021 - Val Gerola - Monte Comana - SO	2	1	1	1	1					1						1	con splitboard			
13	22.03.2021 - Lizzola - Passo della Manina - Canale Chigaladen - BG	2	2	3	1			1			1					1		usciva uno scarponi			
14	13.04.2021 - Vallurva - Costa Sobretta - SO	1	3	2	1	1					1						1				
15	16.04.2021 - Aprica - Dosso Pasò - La Villetta - SO	2	3	2	2	2						2					2				
16	08.05.2021 - Vallurva - Pizzo Tresero - SO	2	2	3	1	1					1						1	perso sci e ritrovato			
17	08.05.2021 - Vallurva - Punta Pedranzini - SO	1	2	4	1	1					1						1	perso sci e non ritrovato			
18	23.05.2021 - Valchiavenna - Montespluga - Pizzo Suretta	1	2	7	3	3					1	2					3				
18 TOTALI INCIDENTI noti al 17-08-2021			49	26	15	8	3		4	7	15		2		6	18					

Fig. 19 - Stima potenziale dell'equivalente idrico della neve (espresso in Milioni di metri cubi, Mmc), calcolata tramite spazializzazione delle stime puntuali e l'incrocio tematico con mappe di innevamento derivate da classificazione delle immagini satellitari, per il Bacino idrografico montano Adda-Mera-Lario.

Fig. 20 - Riserve idriche Regione Lombardia (da Bollettino Riserve Idriche del 18/07/2021).

Fig. 21 - Consuntivo stagionale dell'equivalente in Acqua della Neve (SWE - Snow Water Equivalent) misurato sui ghiacciai lombardi.

Fig. 22 - Tabella riassuntiva degli incidenti da valanga nella stagione 2020-2021.



REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA

**Andrea Debernardi, Giovanna Burelli
e Stefano Pivot**

Struttura organizzativa Assetto Idrogeologico
dei bacini montani

Poca neve, pochissima attività sci-alpinistica fino a gennaio, diffusi e potenti strati deboli persistenti, anomalie termiche positive e negative, un finale di stagione molto nevoso e freddo.

Riassumendo, questi sono stati i tratti salienti della stagione 2020/2021. Ma, forse, in assoluto è stata la stagione degli strati deboli persistenti. Sfortunati rispetto ai cugini dei settori più orientali dell'arco alpino, ma anche del centro, dove è nevicato molto di più. Un novembre molto caldo, parecchie piccole nevicate a dicembre che sono servite solo a imbiancare l'ovest, in particolare la zona del Monte Bianco e in parte del Gran San Bernardo. Quindi un inizio di stagione con poca o zero neve, soprattutto in centro valle e nelle valli del Gran Paradiso che, rispetto agli scorsi anni, hanno avuto una vera carestia. Solo nell'ovest si è potuto iniziare a sciare e proseguire fino a fine stagione. Molto freddo a gennaio, con l'ulteriore crescita di strati deboli persistenti che poi, dalla seconda metà del mese, con la forte attività eolica, iniziano a creare problemi di instabilità diffusa. Tra la fine di gennaio e febbraio il periodo più critico: molte valanghe anche sulla viabilità e una situazione previsionale davvero complessa. E' stata anche la stagione delle chiusure dei comprensori e dei divieti che, sommati ad un innevamento davvero scarso, ha fatto sì che la stagione sci-alpinistica iniziasse praticamente a gennaio.

Ottobre

Solitamente non si lascia spazio alla trattazione di questo mese, ma i valori di precipitazione che si sono avuti nei primi tre giorni di ottobre valgono la pena di essere menzionati. Il Bollettino idrologico del Centro funzionale regionale riporta: "L'analisi delle precipitazioni a livello

regionale indica, per il mese di ottobre, un valore medio cumulato di oltre 175 mm, decisamente superiore a quello storico di confronto, secondo solo alle precipitazioni dell'ottobre 2000 e di poco superiore con quanto osservato nello stesso mese del 2018 e del 2019. Il contributo mensile è risultato per la quasi totalità conseguente alle precipitazioni particolarmente intense registrate i primi giorni del mese, dal 1 al 3 ottobre, come ben osservabile dal numero di giorni piovosi che risulta generalmente inferiore rispetto alla media storica. I settori più interessati dalla pioggia durante l'evento meteorologico, spinta da forti correnti meridionali, sono stati quelli di confine con il Piemonte con quantitativi risultati ben più significativi, pari a circa 240 mm a Cogne e addirittura superiori a 400 mm a Gressoney-Saint-Jean - Lago di Seebna. L'analisi dei quantitativi, registrati presso alcune delle stazioni di monitoraggio ambientale, permette di stimare il tempo di ritorno dell'evento in tali settori tra 400 e 500 anni, di molto inferiore nelle altre zone, soprattutto nella valle centrale. Interessante l'analisi delle piogge registrate a Pontboset ove si può osservare come il contributo mensile di ottobre, pari a circa 310 mm, abbia permesso alla pioggia cumulata calcolata da inizio anno di rientrare nei valori nella norma e risulti di molto superiore alle precipitazioni, molto scarse, registrate sia durante tutta l'estate che durante tutta la primavera."

In effetti in molte vallate Valdostane, Piemontesi e anche Francesi ingenti sono stati i danni legati all'esondazione di fiumi, torrenti e ai numerosi dissesti idrogeologici conseguenti. L'acqua diventa neve, solo sopra i 2500 m. La neve fonde poi, grazie alle temperature miti della seconda metà di ottobre. Rimangono così solo innevati i pendii più all'ombra e in quota, che saranno le prime loca-

lizzazioni a dare problemi di instabilità nei mesi successivi. Alle quote più alte l'innevamento risulta copioso e permanente, tanto che alcuni itinerari, soprattutto sul massiccio del Monte Bianco, sono già frequentati. L'11 ottobre 5 sci-alpinisti vengono coinvolti nel distacco di un lastro-ne superficiale all'interno del bacino glaciale del Thoula (Courmayeur) lungo il cosiddetto "Canale dei tedeschi".

Novembre

Pochissima neve e caldo. Le temperature continuano decisamente miti, con lo zero termico a 2700 m a fine mese e una penuria di precipitazioni che raggiungono un valore medio cumulato inferiore ai 10 mm, di molto inferiore alla media storica, risultando il minimo storico dal 2000. Si passa da un ottobre piovosissimo ad un novembre da "minimo storico".

Interessante è valutare l'andamento delle temperature. Il bollettino idrologico del Centro funzionale riporta che, dall'analisi del gradiente termico per il mese di novembre, valutato con i dati delle stazioni automatiche, si ha un andamento delle temperature superiore al trend storico di riferimento, che aumenta fortemente con la quota: a 600 m lo scostamento risulta di circa 0,7 °C, a 2100 m di circa 2,8 °C, a 3000 m di addirittura circa 4,2 °C. Se tutto il mese è caratterizzato da temperature miti, a nord o, comunque, dove la neve precoce è riuscita a rimanere, anche grazie agli esigui spessori, si ha una crescita cinetica e formazione di spessi strati deboli, anche partendo

da spesse croste da fusione e rigelo formatesi nel corso delle settimane precedenti.

Dicembre

Il primo bollettino, come da prassi, viene emesso il 30 novembre e riporta la previsione di pericolo valanghe per il primo dicembre. La regione è totalmente verde: grado 1-debole, ovunque. La neve ventata è l'unico problema valanghivo, sopra i 2800-3000 m, e, l'innevamento è quasi nullo fino a quote alte (Fig.1).

Comunque, dall'inizio del mese, comincia a nevicare, inizialmente nell'est, poi anche nell'ovest, tanto che si passa ad un grado di pericolo 3-marcato per la giornata dell'8 dicembre nel sud-est della regione. Il problema valanghivo principale per buona parte del mese è la neve ventata, soprattutto oltre i 2800 m e nei settori al confine con la Francia e Svizzera, dove nevica di più. Infatti, si inizia a delineare un deficit di innevamento soprattutto nelle vallate del Gran Paradiso, nella valle centrale e nella zona della Valpelline, mentre migliora lungo le creste di confine occidentali e orientali. La neve che si deposita, rimane a debole coesione a lungo, ma risulta difficilmente sciabile a causa dell'assenza o scarsità di "fondo" ad eccezione della Val Veny e Val Ferret meglio innestate: al di fuori di queste valli è certo che, sciando, si tocca il terreno con le solette degli sci. Molti itinerari sci-alpinistici non sono praticabili. Il "fondo" se va bene si trova oltre i 2400-2500 m di quota e solo sui pendii settentrionali. In alta quota



Fig. 1 - Lo scarso innevamento di inizio dicembre in Valgrisenche.

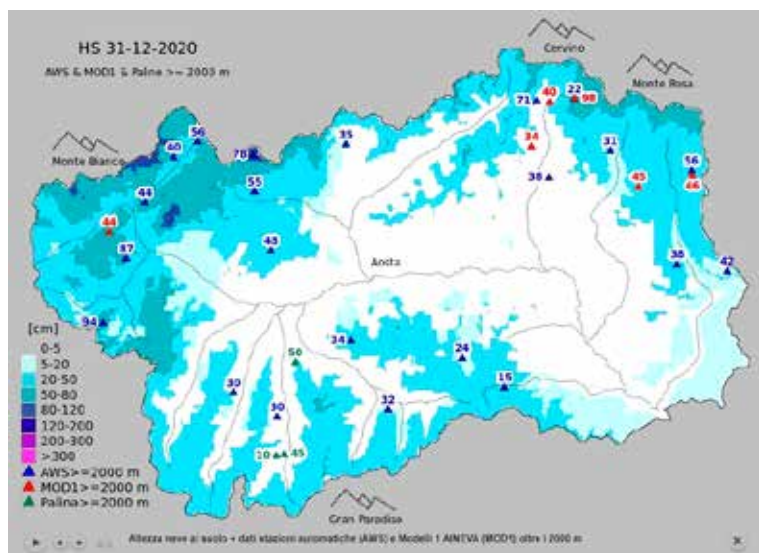


Fig. 2 - Il distacco della valanga 19-009 Prou-de-la-Brenva che raggiunge il fondovalle della Val Veny (Courmayeur).

Fig. 3 - L'innevamento deficitario di fine dicembre.

iniziano già a trovarsi dorsali e dossi erosi, per la forte attività eolica, e il manto presenta una distribuzione fortemente irregolare.

Inizia anche a delinearsi il problema legato agli strati deboli persistenti poiché, sui versanti nord, il manto nevoso ha una struttura sfavorevole. Giungono numerose segnalazioni da parte di sci-alpinisti di rumori di assestamento e propagazioni di fessure nel manto nevoso. Spesso infatti, sopra il limite del bosco si ha la deposi-

zione di neve ventata su strati deboli, con conseguente struttura a lastrone.

E, in effetti, iniziano i primi distacchi, anche spontanei. Il 13 di dicembre un lastrone si stacca dal Monte Youlaz (Courmayeur) e investe uno scialpinista. Per tutto il mese permane una situazione di nevicate di debole entità, associate a venti forti prevalentemente nella zona del Monte Bianco, e l'ovest diventa la zona più innevata della regione.

Il resto della regione presenta un innevamento deficitario e il grado di pericolo valanghe oscilla per molti giorni tra l'1-debole e il 2-moderato.

Dal 20 al 23 dicembre si ha un netto rialzo delle temperature, con lo zero termico che sale a 2900 m, e poi scende in picchiata a 800 m, con nuove nevicate di neve polverosa.

Il 27 dicembre il termometro ad infrarossi che misura la temperatura superficiale del manto nevoso presso la stazione meteorologica automatica del Gabiet (Gressoney-La-Trinité) a 2400 m di quota raggiunge la temperatura di -28 °C.

Dal 28 si accumula un metro di neve fresca nel nord-ovest, con venti forti. Il 29 dicembre si passa ad un pericolo 4-forte nel settore nord-occidentale. Man mano che ci si sposta verso est i quantitativi di neve fresca diminuiscono decisamente: nelle vallate del Gran Paradiso e nella zona più orientale della valle se ne misurano 5-20 cm. Scendono numerose grandi valanghe spontanee, sia a lastroni sia a debole coesione, soprattutto nelle zone di Courmayeur e Valtournenche (Fig.2). Proprio a Courmayeur la valanga 19-009 Prou-de-la-Brenva raggiunge il fondovalle. A causa di questa valanga la Commissione di Courmayeur chiude l'accesso alla Val Veny nei pressi del piazzale della frazione di Entrèves, come spesso succede nel corso della stagione invernale. La parte polverosa della valanga - soffio - può raggiungere e oltrepassare la zona del piazzale di Entrèves.

Si tratta ovviamente di una valanga molto ben documentata all'interno del Catasto, sono stati censiti ad oggi in totale 54 eventi. Il più antico, segnalato, risale al 1910 e riporta che la valanga ha sradicato 100 piante di larice. Durante l'inverno 20/21 il primo evento si verifica il 30 dicembre 2020. Si tratta di una valanga molto grande che si verifica in concomitanza con l'intensa nevicata e il vento forte. La valanga raggiunge il fondovalle, nei pressi della morena della Brenva.

Grazie alle nevicate di fine mese l'innevamento migliora e rientra nella norma nel settore occidentale, nei restanti settori, soprattutto nelle valli del Gran Paradiso, è sempre deficitario (Fig.3). Complessivamente si misurano 13 nevicate a dicembre.

Gennaio

È il mese più foriero di neve: 15 nevicate, e quelle di fine mese saranno le più abbondanti della stagione. Agli inizi del mese continua a nevicare. Nella prima parte i flussi arrivano, però, perlopiù da sud-est, e colpiscono il confine con il Piemonte e, nel giro di 3 giorni, dal primo al quattro gennaio, portano fino a 80 cm di neve fresca in queste vallate. Sopra i 2300 m vi sono spessi strati deboli persistenti che costituiscono un pessimo fondo. Sotto i 2200 m circa la neve è davvero poca. I problemi valanghivi principali sono la neve fresca e la neve ventata. L'innevamento è molto irregolare soprattutto sopra una certa quota. Fortunatamente l'attività valanghiva spontanea non risulta così intensa, mentre la situazione è più critica per il distacco provocato (Fig. 4). Il 4 gennaio le guide alpine, che svolgono il rilievo itinerante nella valle di Champorcher per conto dell'ufficio, riscontrano una forte e diffusa instabilità. *Whoom* e numerosi distacchi spontanei e provocati a distanza, evidenziano lo scarso legame tra la neve recente e la neve vecchia, in corrispondenza di uno strato di cristalli sfaccettati sopra una crosta da fusione e rigelo. L'affondamento senza sci è fino a metà coscia.

Dal 12 gennaio proseguono le nevicate. Cadono, in media, altri 30-70 cm di neve fresca nelle vallate lungo la dorsale di confine nord, in particolare nelle zone di Cervinia, Valpelline e Monte Bianco, sopra i 2000 m. L'attività eolica intensa crea accumuli spessi e duri, alternati a zone erose, e le temperature rigide favoriscono l'ulteriore crescita di strati deboli persistenti, che diventano via via sempre più potenti e danno origine a numerosi distacchi a distanza. La situazione diventa via via sempre più delicata per il distacco provocato e, soprattutto nei settori a confine della Svizzera, viene stimato un grado di pericolo pari a 4-forte sia per il giorno 14 che per il 15: i nuovi lastroni da vento, più duri e compatti salendo di quota, vanno a poggiare su strati deboli persistenti. Il 18 gennaio infatti avviene un incidente per un distacco a distanza, provocato da due scialpinisti a 1900 m, poco sotto Testa Bernarda (Courmayeur). Il distacco interessa un ampio lastrone, di circa 300 m, che cede su strati deboli persistenti. Altre segnalazioni da altre parti della regione riportano molto valanghe sugli strati deboli basali, spontanee e provocate, come ad esempio nella zona della Valgrisenche; qui, lungo l'itinerario che porta alla salita verso l'Arp Vieille, vengono segnalati e censiti due distacchi. La discesa di un lastrone, con un fronte variabile tra gli 80 e i 100 cm di altezza al distacco, innesca un fronte più grande con un'altezza media stimabile sui 100-140 cm (ma anche fino a 200 cm) e largo 600/700 m. Infatti, anche le valanghe spontanee si "risvegliano" a metà gennaio e, quella del

Tronchey in Val Ferret, raggiunge il fondovalle.

Altre segnalazioni di lastroni spontanei, di medie e grandi dimensioni, giungono dal vallone del Gran San Bernardo. Dal 21 di gennaio ricomincia a nevicare, soprattutto lungo i rilievi di confine con la Francia e la Svizzera, con venti forti da NO. E ricominciano anche i problemi legati al distacco provocato: *whoom* e fessurazioni anche in vallate dove il problema non si era ancora evidenziato. La situazione è piuttosto delicata poiché molto diffusa sul territorio e cambia quasi da un giorno all'altro in termini di quote, esposizioni e vallate.

Il 26 gennaio la Commissione locale valanghe di Courmayeur effettua la bonifica con esplosivo del bacino di Marbré, operazione contemplata nel PIDAV comunale. Seguono giorni davvero delicati e il grado di pericolo valanghe sale a 4-forte nel settore occidentale, e 3-marcato in aumento a 4-forte nella parte centrale della valle. La previsione diventa davvero difficile, tanto che il bollettino di previsione per il 28 gennaio nel flash riporta: *"Situazione valanghiva critica e inusuale perché si sovrappongono diverse condizioni negative"*. Sul territorio infatti ci sono 4 situazioni tipiche valanghive su 5: parecchia neve nuova e ancora forti nevicate previste, venti forti

Fig. 4 - I numerosi distacchi di tutta la neve recente sulla neve vecchia nella zona di Champorcher documentati il 13 gennaio.



nord-occidentali, strati deboli persistenti diffusi a tutte le esposizioni e pioggia fino a 1800 m.

Scendono tra le tante:

- la valanga "Lavancher" del comune di Morgex, che raggiunge, con l'aerosol, alcune case del villaggio di Dailley;
- la valanga "Fouis", a Valsavarenche, lambisce la strada regionale;
- la valanga "Planpincieux A" raggiunge con il soffio (senza arrecare danni) alcune abitazioni di Planpincieux di Courmayeur;
- a Bionaz la valanga "Faceballa" attraversa la strada comunale;
- a Rhêmes la valanga "del Pellaud" invade il fondovalle almeno tre volte nel corso della mattinata. (Figg. 5 e 6).

Le valanghe aumentano di numero e dimensione già

dalla mattina del 29 gennaio, interessano soprattutto l'ovest della regione, le valli di Rhêmes, Valsavarenche, la Valpelline e la zona di Cervinia. Raggiungono dimensioni molto grandi e arrivano fino al fondovalle, sia con la componente nubiforme sia con quella densa. In particolare nelle zone del Monte Bianco e Cervinia, i lastroni hanno grandi spessori per i grossi quantitativi di neve, mentre in Val di Rhêmes e Valsavarenche i quantitativi di neve fresca sono inferiori, ma complice il vento e i cristalli a calice si verificano comunque numerosi e grandi distacchi. Le stesse valanghe scendono anche più volte dallo stesso pendio perché il vento e le nevicate riempiono nuovamente i bacini scaricati. Le zone di accumulo e scorrimento sono già occupate dalle valanghe dei giorni precedenti e quindi i nuovi episodi valanghivi determinano deviazioni di percorsi.

La possibilità che avvengano scaricamenti dai canaloni abituali e dalle ripide scarpate a monte delle strade si fa concreta e, infatti, il 30 gennaio la strada regionale poco prima di Cervinia viene invasa dal distacco di spessi lastroni che si originano pochi metri a monte di essa. Per questo motivo la Commissione Locale Valanghe ritarda la riapertura della strada.

Durante le precipitazioni (Fig.7) le temperature si mantengono alte e, ugualmente, la quota del limite pioggia/neve, decisamente soprattutto nei settori a confine con la Francia e quelli più occidentali. La pioggia viene segnalata fino a 2300 m (localmente fino a 2600 m).

Domenica 31 gennaio è una bella giornata di sole con venti al più moderati lungo i confini svizzeri. L'attività valanghiva spontanea, nonostante fosse stata particolar-

Fig. 5 - La frazione nubiforme della valanga Lavancher (Morgex) che raggiunge il fondovalle il 28 gennaio (autore anonimo).



Fig. 6 - Il vistoso accumulo della valanga 13-027 detta "Ron" scesa la notte tra il 28 e il 29 gennaio nei pressi di Rovenaud (Valsavarenche).



mente intensa nei giorni precedenti, prosegue. Vengono segnalate, e, riprese in diretta, tramite sorvolo in elicottero congiunto tra tecnici dell'Ufficio neve e valanghe e le Commissioni locali valanghe interessate, diverse valanghe grandi e molto grandi nelle valli di Rhêmes, Valtourneche, Ayas e Cogne.

In Val d'Ayas scende la valanga del Monte Ciosé (Briuson, Fig. 8). Si tratta di una valanga che raramente è stata censita all'interno del Catasto regionale valanghe, di magnitudo simile si documenta l'evento del 29-04-2009 e quella del 1974. Il flusso valanghivo nubiforme della valanga riesce a raggiungere la strada poderale, in basso, a circa 1910 m di quota, dove purtroppo investe 4 escursionisti che procedevano lungo la strada poderale. Fortunatamente nessuno riporta ferite gravi.

Poco dopo, sempre nella valle d'Ayas a circa 1 km di distanza, scende un'altra valanga dalla spalla meridionale del Bieteron (2630 m). E' più piccola ma testimonia la spiccata instabilità, di quelle ore, in Val d'Ayas, dove, sempre nella stessa giornata, sono avvenuti anche dei distacchi provocati.

Nel primo pomeriggio una valanga di dimensioni molto grandi, chiamata Tsaseche, raggiunge la strada regionale per Cogne prima dell'abitato di Epinel ostruendola per una ventina di metri. Fortunatamente non investe nessuno e la strada regionale viene riaperta poco dopo.

E' evidente che in quota vi sono molti lastroni su strati deboli persistenti e che la propensione alla propagazione della frattura è molto alta. I lastroni, induriti e spessi, per l'attività eolica prolungata assieme alle numerose nevicate, gli strati deboli in costruzione da novembre

(Fig. 9), rappresentano una combinazione pericolosa: riescono a trasmettere grande energia ai potenti e diffusi strati deboli.

L'attività valanghiva che si sussegue, soprattutto dal 27 di gennaio al 1 di febbraio, raggiunge il proprio apice tra il 28 e il 30.

Fortunatamente non si devono registrare gravi danni, ma, riassumendo, le valanghe danneggiano il rifugio Letey di Doues, raggiungono e ostruiscono la strada regionale della Valsavarenche e della Val di Rhêmes in almeno 10 punti differenti, un alpeggio ad Antagnod viene raggiunto dalla porzione meridionale della valanga di Facciabella, a Morgex la valanga Lavancher raggiunge con la parte densa il conoide mentre con l'aerosol riesce a intonacare la frazione di Dailley, come già aveva fatto durante l'evento catastrofico del 1999. A Bionaz la strada comunale viene

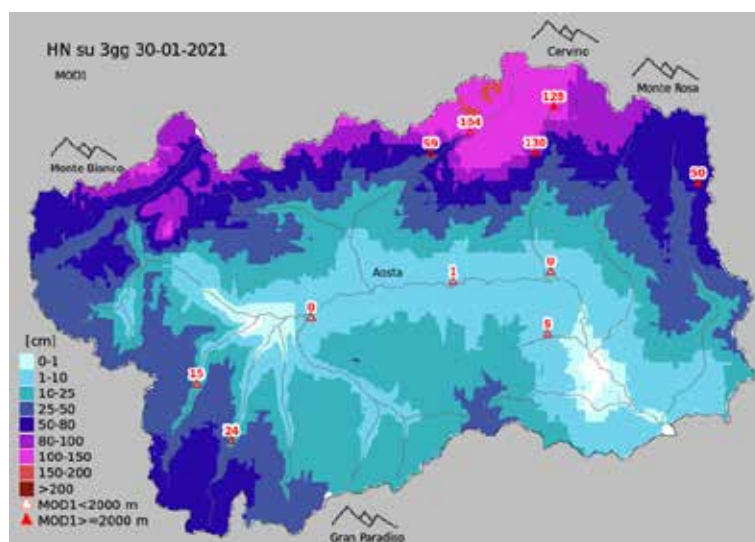
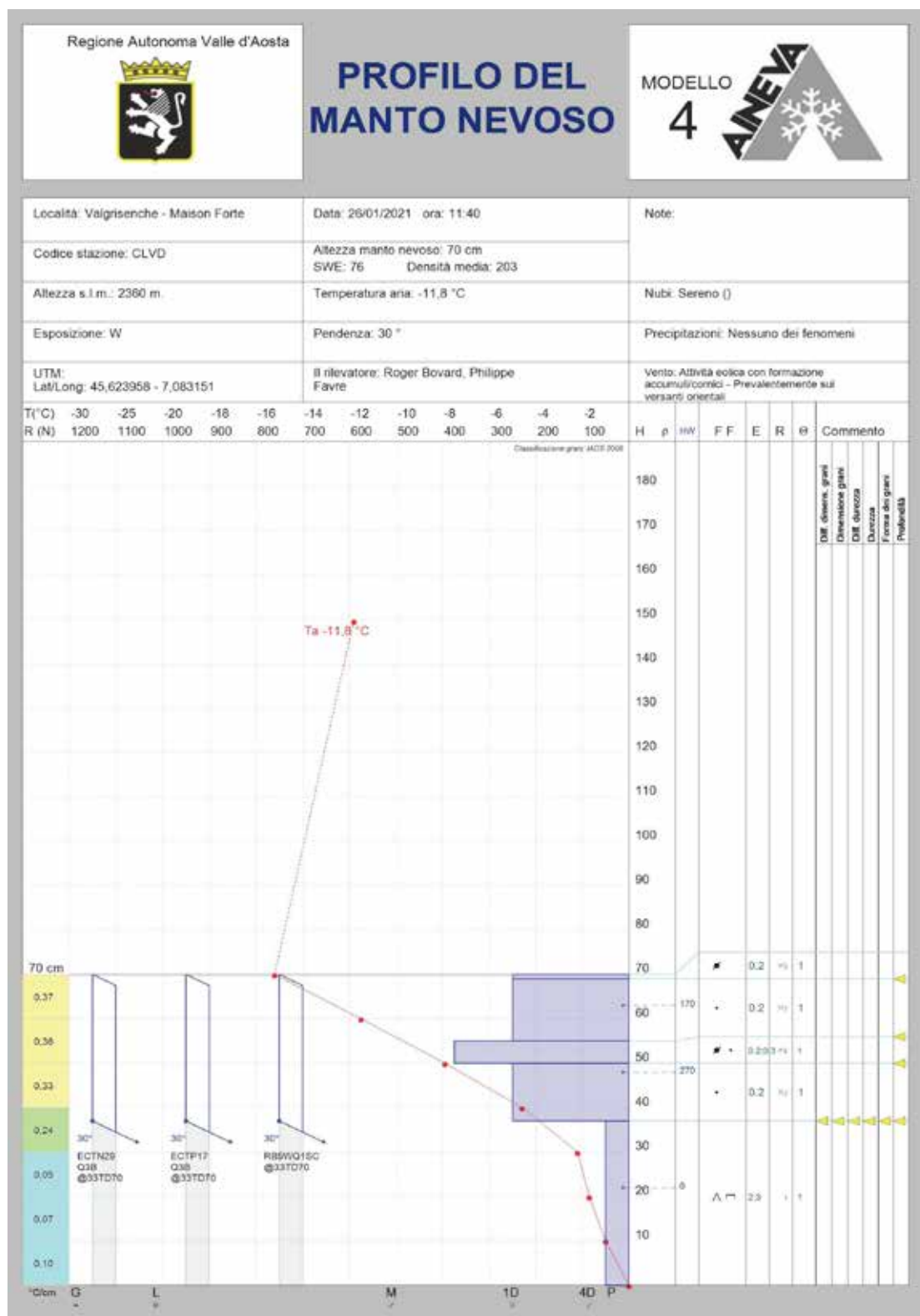


Fig. 7 - La neve fresca cumulata in 72h, rilevata il 30 gennaio.



Fig. 8 - La valanga del Monte Ciosé mentre sta raggiungendo la strada poderale (autore anonimo).

Fig. 9 - La tipica stratigrafia del manto nevoso dell'inverno 20/21 in Valle d'Aosta: lastroni duri e soffici su strati deboli persistenti.



interrotta in più punti, la valanga di Tsaseche a Cogne ostruisce la strada regionale, la valanga del Ciosé a Brusson travolge quattro escursionisti intenti a passeggiare sulla strada podereale posta ai piedi del pendio valanghivo.

Febbraio

All'inizio del mese si tocca il record di innevamento (Fig.10), soprattutto nelle stazioni più occidentali.

Le abbondanti nevicate di gennaio hanno rimpinguato lo spessore del manto nevoso ma, purtroppo, il trend s'inverte. Solo qualche debole nevicata nella primissima parte del mese, poi un anticiclone la fa da padrone.

A fine del mese, infatti, i valori di neve al suolo rientrano nella norma o sfiorano addirittura i valori più bassi, sempre comunque all'interno dei valori nella norma.

Febbraio termina con molte stazioni automatiche e di

rilevamento di Modello 1 AINEVA in cui il quantitativo di neve al suolo risulta ben al di sotto della media storica (Fig.11). Il trend è un po' meno marcato nell'est della regione (Fig.12).

Le nevicate sono solo sette, tutte ad inizio mese.

Entrando più nello specifico ad inizio febbraio il manto nevoso presenta ancora una struttura molto sfavorevole: a tutte le esposizioni, sopra i 1800-2000 m, ci sono difusi strati deboli persistenti basali. La criticità si evidenzia soprattutto nel sud-est dove c'è poca neve recente e quindi è più facile sollecitare gli strati deboli presenti in profondità; nel nord-ovest, invece, l'instabilità è più legata alla presenza di accumuli di neve fresca e ventata alle quote più alte.

Si susseguono alcuni giorni con temperature sopra alla media stagionale e che superano, addirittura, i massimi storici (Fig.13).

Il progressivo aumento delle temperature favorisce il consolidamento del manto nevoso e, col passare del tempo, il problema degli strati deboli persistenti alle quote più basse va esaurendosi, rimane alta l'attenzione solo alzandosi di quota, sopra i 2500 m e nelle zone dove c'è meno neve.

Migliora la situazione di prolungata instabilità alla base del manto nevoso e quasi contemporaneamente s'instaura un altro problema, più superficiale. Il 6 febbraio, l'arrivo di un flusso perturbato, mite, dal Nord Africa porta con sé, oltre alla neve, un ingente quantitativo di sabbia desertica (Fig.14). La precipitazione, "calda", favorisce la formazione di croste da fusione e rigelo e strati deboli (Fig.15). Nella stratigrafia del manto nevoso effettuata due giorni dopo, lunedì 8, è già presente uno strato di cristalli sfaccettati. La "nuova" instabilità si sposta quindi in superficie. Infatti, l'11 febbraio, una comitiva di scialpinisti, nei pressi del col Ferret, provoca il distacco di un lastrone superficiale sullo strato di sabbia. Una lunga fase anticiclonica perdura dalla metà di febbraio fino alla prima decade di marzo. Temperature miti, decisamente sopra la norma, e il manto nevoso va incontro ad un generalizzato assestamento, consolidamento e riduzione progressiva. Dal 28 di febbraio all'11 marzo tutto il territorio regionale passa ad un grado di pericolo 1-debole e, per svariate giornate, non viene menzionato nemmeno un problema valanghivo tipico. Il pericolo principale diventa la possibilità di scivolata e caduta sulla neve vecchia fortemente indurita in superficie.

A parte questo pericolo, le condizioni per le attività scialpinistiche/escursionistiche sono buone. Le temperature particolarmente miti favoriscono un aumento dell'instabilità nelle ore più centrali. I pendii sud, infatti, presentano condizioni già primaverili.

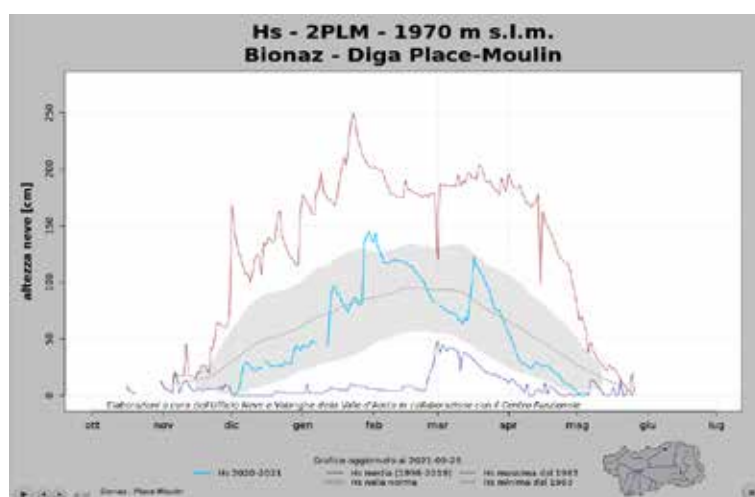
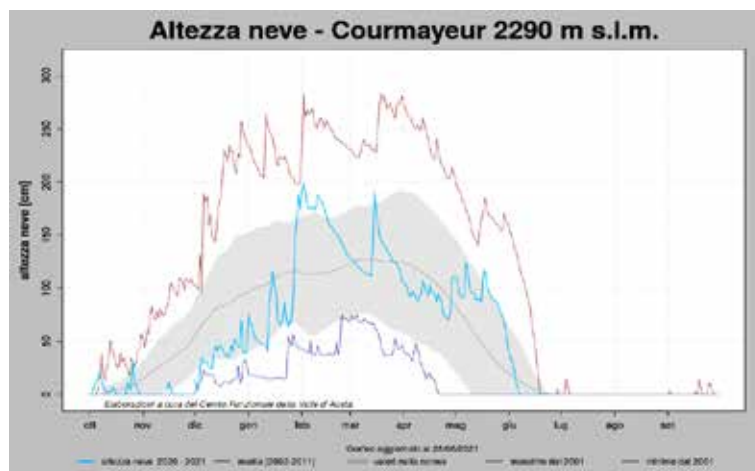
Marzo

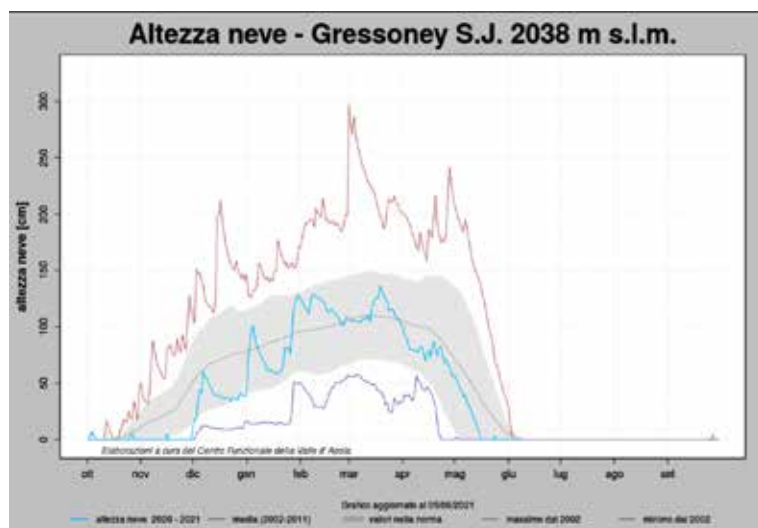
Anche marzo risulta davvero poco nevoso, soprattutto la prima parte. Sette sono le nevicate complessive, come a febbraio. L'altezza della neve al suolo, misurata ad inizio mese, è sotto la media storica (Figg. 11 e 12), soprattutto nelle stazioni di rilevamento poste sotto i 2000 m di quota. Valori in linea con la media si registrano solo oltre i 2500 m di quota, dove l'innalzamento delle temperature incide decisamente meno e si riduce, di conseguenza, la perdita di spessore del manto nevoso.

I cristalli degli strati deboli basali si sono in parte arrotondati, grazie alle temperature miti, soprattutto di febbraio, e hanno acquisito una minor propensione alla frattura. La lunga fase anticiclonica, iniziata a febbraio, termina il 13 marzo, quando una serie di nevicate interessa maggiormente l'ovest e la zona del Gran San Bernardo, con circa 30-50 cm di neve fresca sopra i 2000 m, soggetta a forte erosione e accumulo, e 50-60 cm a 3000 m con 10-30 cm nelle Valli del Gran Paradiso e pochi centimetri sul resto del territorio. L'innevamento migliora nell'ovest ma in generale rimane scarso per il periodo, soprattutto in centro valle, nelle medie e basse valli di Gressoney, Champorcher e Ayas e nelle valli del Gran Paradiso, soprattutto sui pendii al sole.

Fig. 10 - L'andamento dell'altezza del manto nevoso nella stagione 20/21 nella stazione automatica gestita dal Centro Funzionale di Ferrachet in Val Ferret. All'inizio di febbraio si raggiungono gli spessori massimi stagionali che arrivano quasi ai massimi storici del periodo.

Fig. 11 - Andamento dello spessore della neve al suolo nella stazione di Modello 1 AINEVA nella diga di Place-Moulin a Bionaz.





langhe di medie dimensioni e in alcuni casi anche grandi. L'attività valanghiva si concentra soprattutto lungo le creste di confine con Svizzera, Francia e Piemonte dove i quantitativi sono maggiori e le quote più elevate, ed interessa la neve recente.

In alta quota, infatti, si trovano condizioni ancora tipicamente invernali, con molti strati di neve fresca e recente non ancora stabilizzati. Sono le forti variazioni di durezza che portano alla formazione di numerose valanghe di piccole, medie e in alcuni casi anche di grandi dimensioni. Alcune valanghe, note e monitorate, scendono fino a quote di fondovalle, senza superare i limiti abituali. In particolare la valanga "Jumeaux-Point Giordano S" che scende dalle pendici di Punta Giordano (3782 m), raggiungendo la base del versante. Valanga ben nota in Catasto e alla Commissione Locale Valanghe competente, che conta ben 12 segnalazioni, ma questa di maggio è la più tardiva tra tutte quelle inserite in precedenza nel Catasto Valanghe. Il cattivo tempo perdura per tutto il mese e prosegue anche nella prima parte di giugno. A triste testimonianza di queste insolite criticità in alta quota, sono da segnalare diversi incidenti in valanga in numerose località dell'arco Alpino (Figg. 22 e 23 – sezione Incidenti) e, in particolare, il 30 maggio una valanga, fatale, in alta Valpelline travolge a circa 2800 m di quota un alpinista a poche centinaia di metri dal Rifugio Collon (Bionaz). Nei giorni successivi all'incidente numerosi sono i distacchi spontanei che si verificano dai pendii molto ripidi in alta quota (Fig. 20).

GRADO DI PERICOLO VALANGHE

La distribuzione dei gradi di pericolo valanghe evidenzia la netta differenza che si è avuta tra l'ovest (il settore D) e il resto della regione. La dorsale alpina (settore D, Fig. 21) ha avuto le criticità maggiori e il grado di pericolo 3-marcato caratterizza quasi la metà delle giornate di emissione del bollettino, in particolare a gennaio e dicembre; a gennaio, il pericolo 4-forte è presente per 7 giornate. Negli altri settori la fa da padrone il 2-moderato. Il settore C, ovvero le valli del Gran Paradiso, ha avuto i gradi di pericolo più bassi, conseguentemente alla poca neve. Da notare che a maggio non compare mai il grado di pericolo 1-debole, se non in piccolissimi settori della bassa valle (il settore B), che rappresentano una minima parte del settore di competenza.

INCIDENTI DA VALANGA IN VALLE D'AOSTA

Durante la stagione 2020-2021 abbiamo registrato 11 incidenti da valanga che hanno travolto 24 persone, di cui 16 sono rimaste illese, 6 ferite e purtroppo 2 sono

decedute. Gli incidenti sono avvenuti perlopiù lungo la dorsale nord della Valle d'Aosta. I pendii, teatro degli incidenti, coprono quasi tutte le esposizioni, con una predominanza dei pendii freddi. Tra le categorie coinvolte in incidenti da valanga ovviamente non ritroviamo gli sciatori fuoripista, perché gli impianti sciistici sono rimasti chiusi quasi tutta la stagione (alcuni aperti parzialmente solo per gli allenamenti degli sci club), secondo le disposizioni nazionali per misure anti-covid19.

9 incidenti hanno riguardato gli scialpinisti, di cui 6 incidenti avvenuti in salita e 3 incidenti avvenuti in discesa.

1 incidente ha riguardato escursionisti, sia a piedi sia con ciaspole, che camminavano lungo una strada poderal, che



Fig. 15 - Gli strati deboli che si formano sopra e sotto lo strato di sabbia desertica.



Fig. 16 - Il 19 marzo durante un rilievo nivologico si documentano: uno spesso strato debole, accresciutosi sopra alla crosta da fusione e rigelo, con all'interno la sabbia.

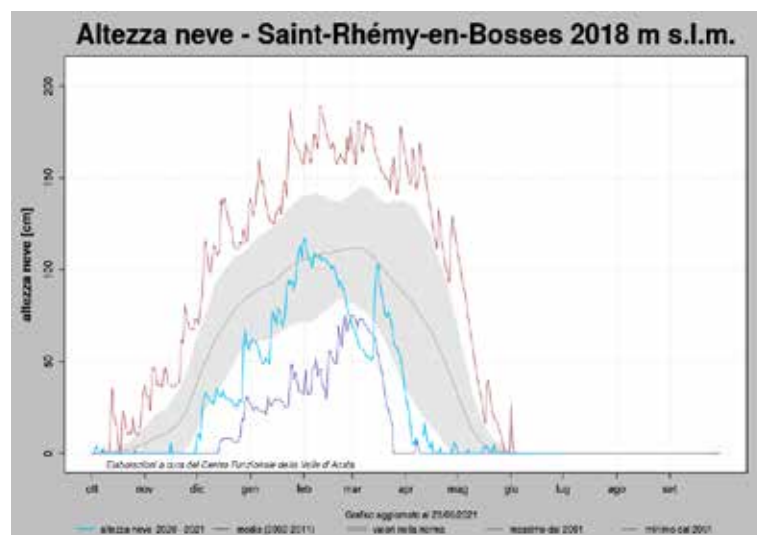


Fig. 17 - Fusione precoce del manto nevoso tra marzo e aprile alle basse e medie quote, vicina ai minimi storici e, comunque, sotto la media storica.

Fig. 18 - Il 27 aprile a Pila (Gressan). Vistosa assenza di rigelo notturno e umidificazione sul manto in tutto il suo spessore almeno fino a 2600 m di quota.



Fig. 19 - Il bollettino di pericolo valanghe per l'11 maggio. Il grado 4-forte è presente in molte zone a causa delle nevicate, della pioggia e delle schiarite successive.

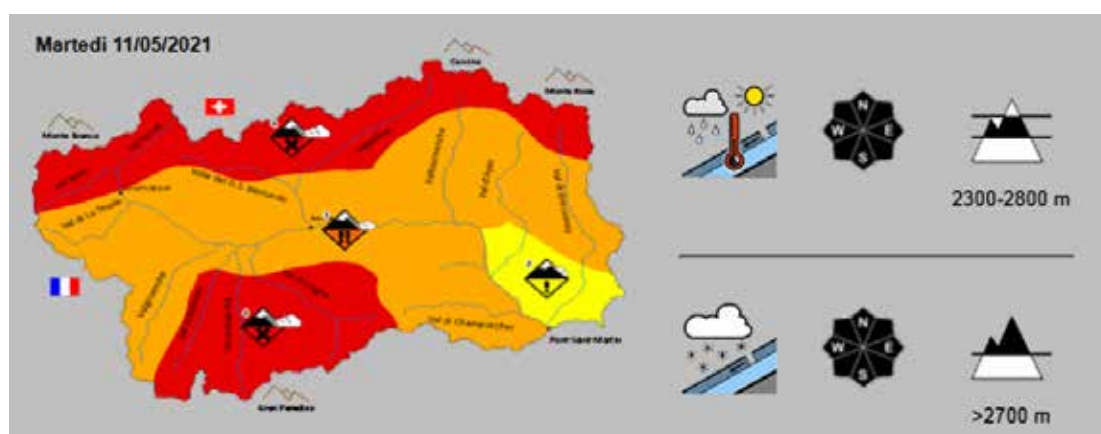


Fig. 20 - Il 14 maggio in Val di Rhemes si segnalano numerosi scaricamenti a debole coesione dai pendii est, nord e ovest.



mentre l'ultimo incidente ha riguardato una coppia di alpinisti al rientro dopo l'ascensione.

Gli incidenti sono avvenuti durante tutta la stagione, dal mese di ottobre a quello di maggio, escluso il mese di novembre, poco innevato, e con una maggioranza nel mese di marzo (3 incidenti). Sette incidenti sono avvenuti con grado di pericolo 3-marcato, uno con grado 2-moderato e uno con grado 4-forte (Fig. 21); due incidenti,

di cui uno mortale, sono avvenuti al di fuori del periodo di emissione del bollettino valanghe, uno a inizio e l'altro a fine stagione (Fig. 22). Se analizziamo la quota del distacco della valanga, tre incidenti sono avvenuti nella fascia 2001-2500 m, cinque incidenti tra 2501 e 3000, due incidenti tra 3001 e 3500 e un incidente in alta quota, al di sopra dei 3500 m (Fig. 23).

Un aspetto interessante sono i numerosi stranieri coinvolti negli incidenti da valanga: oltre un terzo del totale dei travolti. La maggior parte degli stranieri arrivavano dai paesi confinanti: Svizzera e Francia. Ben 8 svizzeri erano presenti in due incidenti, di cui 3 travolti. Un gruppo di 4 francesi era presente in un incidente, di cui 2 persone sono state travolte. Infine rileviamo il travolgimento di 2 austriaci e di 2 americani.

Perché questa alta percentuale di stranieri? Per diversi periodi della stagione invernale la Valle d'Aosta era in "zona rossa" e quindi vigeva l'obbligo di rimanere presso la propria abitazione o, in certi momenti, di rimanere

all'interno del comune. Nei paesi stranieri limitrofi le regole erano diverse (per esempio in Svizzera gli impianti sciistici sono rimasti aperti): talvolta le persone arrivavano in Valle d'Aosta dai colli di montagna, durante giri scialpinistici, talvolta attraverso i due trafori.

Infine un aspetto da segnalare è il notevole coinvolgimento di esperti negli incidenti da valanga, in ben 5 incidenti su 11, di cui uno mortale. Una parziale possibile spiegazione: quest'anno gli scialpinisti hanno dovuto confrontarsi con condizioni difficili da valutare, in particolare a causa della

presenza di strati deboli spessi e persistenti. Questi strati deboli si trovano all'interno del manto nevoso e quindi non sono visibili dallo sciatore, sopra al manto nevoso; questa loro caratteristica li rende pericolosi e difficili da evitare, e infatti sono una delle principali cause negli incidenti da valanga che coinvolgono gli esperti. Ulteriore anomalia: quest'anno in Valle d'Aosta l'innevamento è stato spesso deficitario e quindi questi strati deboli interni non sono stati isolati dalla neve soprastante e sono rimasti sollecitabili dagli sciatori durante buona parte dell'inverno.

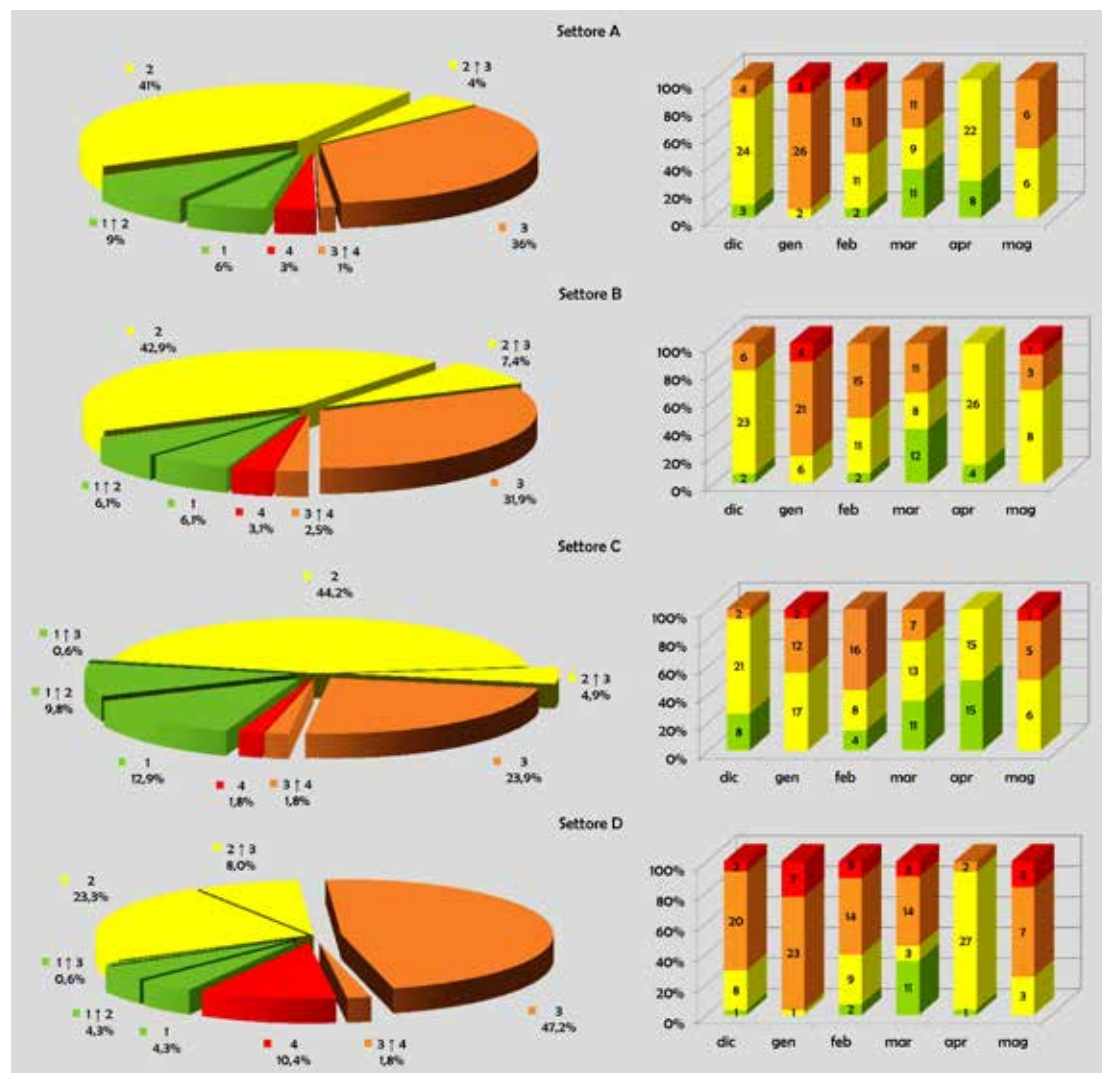


Fig. 21 - Distribuzione dei gradi di pericolo valanghe nella stagione invernale 20/21'.



Fig. 22 - Valpelline - Comba d'Oren sopra al Rifugio Nacamuli - 30 maggio 2021: piccola valanga a lastroni di neve bagnata che ha attraversato la traccia di rientro dal col Collon e ha travolto due alpinisti, di cui uno totalmente sepolto e successivamente deceduto.



Fig. 23 - Val d'Ayas - Roccia Nera - 9 maggio 2021: valanga a lastroni in alta quota (altitudine distacco 3850 m), formata dalla neve ventata. Travolge due sciatori e li trascina fino al pianoro sottostante: illesi.



REGIONE PIEMONTE

Mattia Faletto, Davide Viglietti, Erika Solero

ARPA Piemonte – Dip. Rischi Naturali e Ambientali
-Struttura Monitoraggio e studi geologici

INNEVAMENTO

L'analisi dell'innevamento sull'arco alpino piemontese si è basata sui dati registrati da 11 stazioni manuali rappresentate in Figura 1.

La stagione invernale 2020-21 è caratterizzata da precipitazioni nevose complessivamente scarse. L'analisi della neve fresca stagionale (Fig. 2) evidenzia in tutte le stazioni di riferimento, indipendentemente dalla quota, un deficit rispetto alla media degli ultimi quarant'anni (1981-2020) compreso tra il -15% e il -35%. Osservando i dati più nel dettaglio si evidenzia che nei settori settentrionali, così

Fig. 1 - Localizzazione delle stazioni manuali sull'arco alpino piemontese.



come in quelli meridionali, i valori di carenza sono più contenuti, mentre in quelli occidentali il deficit si fa marcatamente importante.

L'anomalia negativa riguarda anche il numero di giorni nevosi: le uniche stazioni che presentano valori superiori alla media, in un range compreso tra il 5% e il 10%, sono Antrona – L. Camposcico (2320 m) nelle Alpi Pennine e Vinadio – L. Riofreddo (1206 m) nelle Alpi Marittime.

In generale il deficit medio di giorni nevosi si colloca tra -10% e -20%, tuttavia si registrano valori particolarmente negativi nel settore delle Alpi Graie dove le stazioni di Locana – L. Valsoera (2412 m) e di Ceresole Reale – L. Serrù (2296 m) hanno raggiunto rispettivamente -34.5% e -52.5% (Fig. 3). Per queste stazioni è stato riscontrato lo stesso trend nei valori di neve fresca, con un deficit prossimo a -50% (Fig. 2).

Il numero di giorni con neve al suolo risulta omogeneo con valori sotto la media in tutte le stazioni, anche se con un deficit più contenuto rispetto ai valori di neve fresca. Il parametro di giorni con neve al suolo, seppur pesantemente condizionato dagli apporti di neve fresca, è stato compensato da una fusione più lenta in seguito a temperature primaverili ancora rigide.

E' evidente che sull'arco alpino piemontese, nelle stazioni poste alle quote medio alte (prossime o superiori ai 2000 m) il deficit risulta più contenuto, compreso tra il -5% e il -15%, rispetto a quelle poste a quote medio-basse (prossime o inferiori a 1500 m) dove raggiunge il -20%/-30% (Fig. 4). L'assenza di nevicate significative nel mese di novembre ha condizionato pesantemente i valori di neve al suolo delle stazioni in quota ad inizio stagione. Tuttavia, grazie anche alle giornate più fresche di aprile e maggio, la copertura nevosa si è mantenuta continua fino a fine stagione ri-

Settore Alpino	Denominazione	HN Media 1981-2020	HN 2020-2021	
		Nov-Mag	Valore cm	Variazione %
Lepontine	Formazza - L. Vannino (2177 m) <i>Van</i>	573	528	-7.9
Pennine	Antrona - A. Cavalli (1500 m) <i>Cav</i>	319	266	-16.7
Pennine	Antrona - L. Camposecco (2320 m) <i>Cam</i>	594	515	-13.3
Graie	Locana - L. Valsoera (2412 m) <i>Val</i>	570	257	-54.9
Graie	Ceresole Reale - L. Serrù (2296 m) <i>Ser</i>	549	271	-50.7
Graie	Ceresole Reale - Capoluogo (1573 m) <i>Cer</i>	288	206	-28.5
Graie	Usseglio - L. Malciaussia (1815 m) <i>Mal</i>	369	285	-22.7
Cozie N	Bardonecchia - L. Rochemolles (1975 m) <i>Roc</i>	339	271	-20.1
Cozie S	Pontechianale - L. Castello (1589 m) <i>Cas</i>	267	171	-36.0
Marittime	Vinadio - L. Riofreddo (1206 m) <i>Rio</i>	262	226	-13.8
Marittime	Entracque - L. Chiotas (2010 m) <i>Chi</i>	574	542	-5.6

Fig.2 - Totale delle precipitazioni nevose HN (cm) nella stagione 2020-21, a confronto con la media del periodo 1981-2010, per le 11 stazioni campione rappresentative dell'arco alpino piemontese.

Settore Alpino	Denominazione	SD Media 1981-2020	SD 2020-2021	
		Nov-mag	giorni	Variazione %
Lepontine	Formazza - L. Vannino (2177 m)	51.3	41	-20.0
Pennine	Antrona - A. Cavalli (1500 m)	31.1	25	-19.6
Pennine	Antrona - L. Camposecco (2320 m)	42.9	45	4.8
Graie	Locana - L. Valsoera (2412 m)	44.3	29	-34.5
Graie	Ceresole Reale - L. Serrù (2296 m)	48.4	23	-52.5
Graie	Ceresole Reale - Capoluogo (1573 m)	29.6	27	-8.8
Graie	Usseglio - L. Malciaussia (1815 m)	34.7	28	-19.2
Cozie N	Bardonecchia - L. Rochemolles (1975 m)	39.4	36	-8.7
Cozie S	Pontechianale - L. Castello (1589 m)	29.9	25	-16.5
Marittime	Vinadio - L. Riofreddo (1206 m)	20.5	22	7.5
Marittime	Entracque - L. Chiotas (2010 m)	39.8	35	-11.9

Fig. 3 - Giorni nevosi (SD) da novembre a maggio nella stagione 2020-21, a confronto con la media del periodo 1981-2020, per le 11 stazioni campione rappresentative dell'arco alpino piemontese.

manendo su valori medi, nonostante i mesi più siccitosi e miti di febbraio e marzo.

L'innevamento misurato a quote medie è stato invece condizionato non solo dalle nevicate tardive ma anche dalle temperature miti dei mesi di febbraio e marzo (abbondantemente superiori alla media del periodo) e dall'assenza di precipitazioni nel mese di marzo con una conseguente fusione completa del manto nevoso significativamente precoce (Fig.4).

Utilizzando il metodo del SAI -Standardized Anomaly Index è possibile analizzare nell'insieme i valori delle stazioni per ottenere un valore indicativo per tutto il Piemonte, capace di esprimere l'anomalia del parametro esaminato rispetto al valore medio del periodo di riferimento (in questo caso il trentennio 1980-2010).

L'indice SAI di ogni stazione, essendo adimensionale, può essere mediato con diverse stazioni, a quote e località differenti; più il valore è vicino allo 0 più si avvicina ai valori medi del periodo 1981-2010. Le stagioni che rimangono entro le linee continue (arancioni, che indicano rispettivamente il 1° e il 3° quartile) possono essere considerate nella media, mentre le variazioni che ricadono nell'intervallo tra le linee continue e quelle tratteggiate (rispettivamente nella parte negativa tra il 10° e il 25° percentile e nella

parte positiva tra il 75° e il 90° percentile) sono considerate stagioni anomale, fuori dalla media. In ultimo, le stagioni che ricadono al di sotto del 10° percentile e al di sopra del 90° percentile, si considerano stagioni eccezionali. Possiamo vedere nel grafico di Figura 5 che, nel complesso, la stagione invernale 2020-21 risulta sotto la media con un valore, anche se di poco, compreso tra il limite del 10° e del 25° percentile (Fig. 5).

GRADI DI PERICOLO

Dall'analisi stagionale sull'utilizzo dei gradi di pericolo (Fig. 6) emerge che, su tutto il territorio piemontese, nella stagione invernale 2020-21, il grado maggiormente utilizzato è stato il 2-Moderato attribuito per il 40.1% delle giornate. Il grado 1-Debole e 3-Marcato rappresentano praticamente la restante parte delle giornate suddivise in modo relativamente equo: rispettivamente 28.2% e 27.8%. Molto circoscritti e limitati gli episodi che hanno necessitato l'emissione del grado 4-Forte utilizzato per il 2.7% delle volte (rispetto al 3.7% della scorsa stagione). Il grado 5-Molto Forte non è mai stato utilizzato, mentre è stata utilizzata l'indicazione "No Snow" per i primi 2 giorni di dicembre, in particolare nei settori occidentali dove le nevicate hanno tardato ad arrivare.

Fig. 4 - Giorni con neve al suolo (HSD) da novembre a maggio stagione 2020-21 (in azzurro) a confronto con la media quarantennale 1981-2020 (in blu).

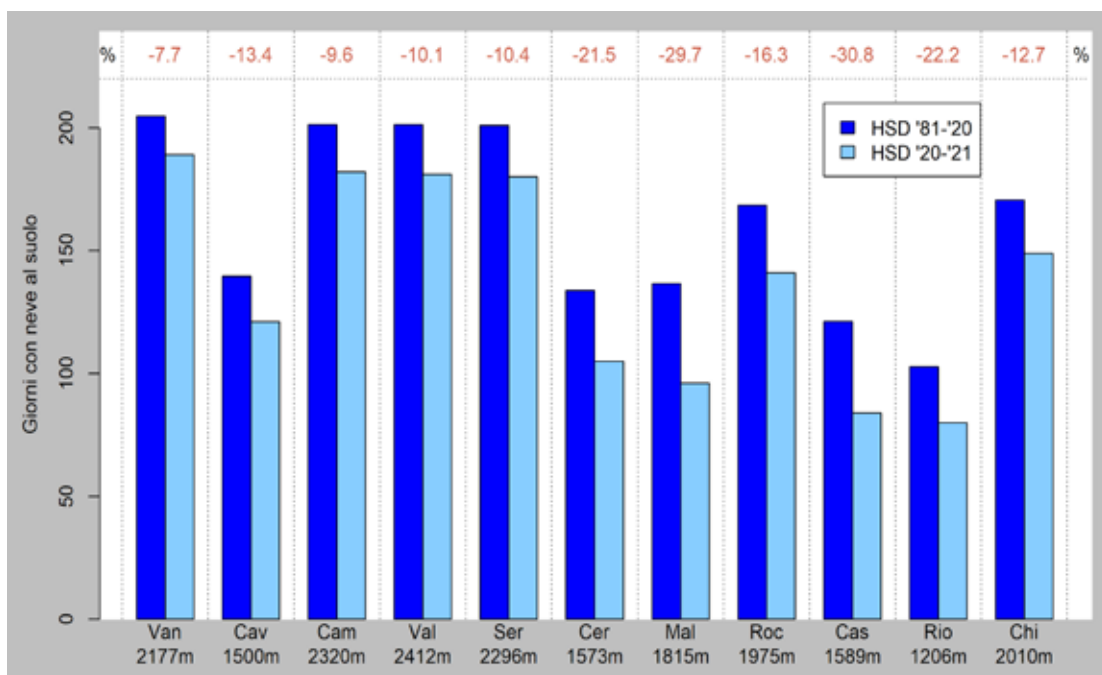
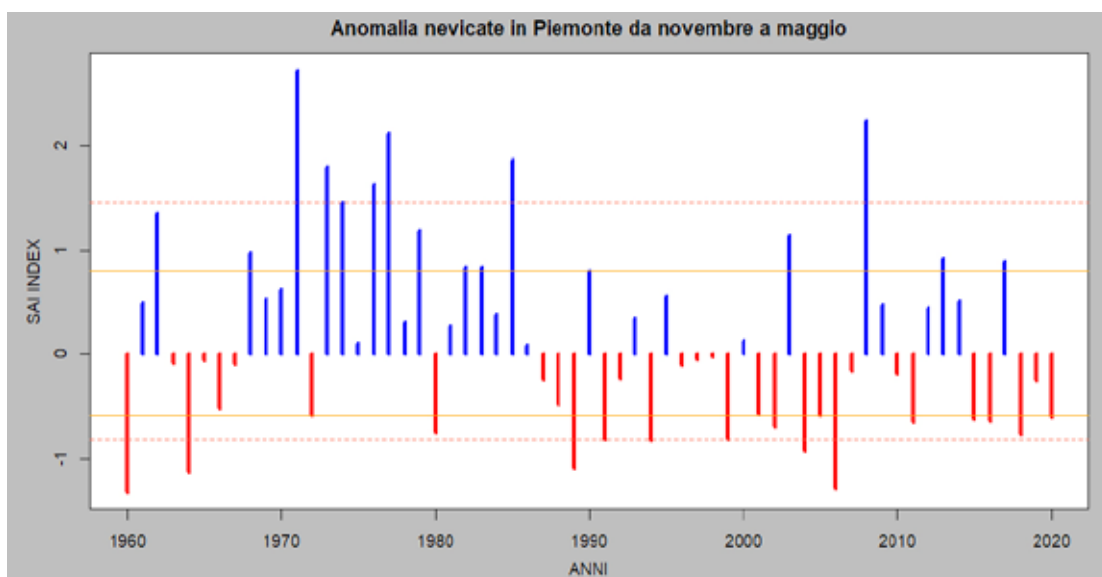


Fig. 5 - Indice di anomalia standardizzata della precipitazione nevosa in Piemonte (SAI - Standardized Anomaly Index) dal 1960 al 2021 basato sulla media del quarantennio 1981-2020.



ANDAMENTO NIVOLOGICO E ATTIVITÀ VALANGHIVA SPONTANEA

Di seguito vengono presentate le principali caratteristiche meteorologiche, suddivise per mesi, che hanno influenzato la stabilità del manto nevoso e quindi l'attività valanghiva spontanea.

Dicembre

La stagione invernale 2020-21 inizia tardivamente, dopo un novembre molto secco. Occorre aspettare l'inizio di dicembre per registrare le prime nevicate significative, particolarmente abbondanti soprattutto sul Nord Piemonte, che ricoprono praticamente su tutto l'arco alpino piemontese il suolo nudo. Sulle A. Lepontine di confine, solo nel fine settimana del 5-6 dicembre, gli apporti di neve fresca cumulata hanno raggiunto i 150-180 cm portando

nelle due giornate seguenti il grado di pericolo a 4-Forte e all' allerta con codice colore giallo per possibile interessamento della viabilità.

Nei settori di confine settentrionali lo spessore della neve al suolo è risultato notevole e il manto nevoso presentava alcune discontinuità interne causate dalla variazione nell'intensità di precipitazione durante le nevicate e dalla presenza di lastroni soffici. Su questi settori sono state segnalate diffuse valanghe, anche di fondo sotto i 2000 m di quota. Nel sopralluogo in elicottero eseguito in Val Devero il 9 dicembre vengono segnalate alcune aperture di bocche di balena, ma l'attività valanghiva risulta comunque piuttosto limitata a siti noti.

Sui settori meridionali il fine settimana del 5 e 6 dicembre è stato caratterizzato da schiarite che hanno formato una leggera crosta da fusione e rigelo ed appesantito il manto

nevoso al di sotto dei 1000- 1500 m. Nella giornata successiva le ulteriori nevicate hanno presentato una quota neve che è variata nel corso delle precipitazioni, con eventi di pioggia su neve fino a circa 1300 m. Il manto nevoso, poco stratificato e l'umidificazione sono da considerarsi i fattori che hanno determinato la formazione di numerose bocche di balena osservate dalle A. Liguri alla Val Po. A partire da metà dicembre si osservano diversi distacchi di fondo originatisi proprio in corrispondenza delle bocche di balena, soprattutto a quote medio basse, sui pendii ripidi erbosi maggiormente assolti (Fig. 7).

Gennaio

A fine 2020 i settori occidentali presentavano un innevamento molto scarso e irregolare a causa dell'intensa atti-

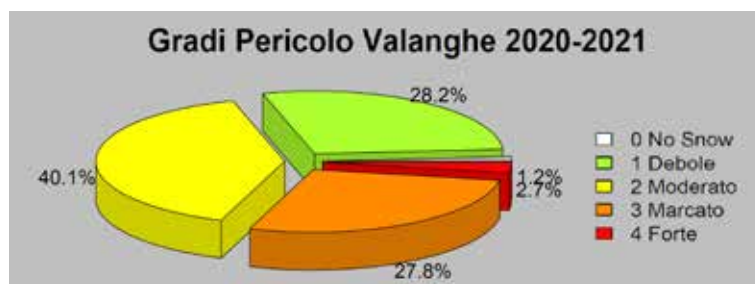


Fig. 6 - Frequenza di utilizzo dei gradi di pericolo sull'arco alpino piemontese nella stagione 2020-21



Fig. 7 - Sulla sinistra bocche di balena osservate in Val Casotto (Alpi Liguri) e a destra intensa attività valanghiva di fondo osservata in Valle Po nei pressi di Oncino (Alpi Cozie Sud).



Fig. 8 - In alto valanghe spontanee osservate il 6 gennaio 2021 risalendo al Monte Jafferau (Bardonecchia, TO) che in alcuni casi hanno raggiunto grandi dimensioni (a sinistra). In basso valanga di piccole dimensioni osservata salendo alla Punta di Moncros (Sauze d'Oulx, TO).

RELAZIONI

vità eolica. Tali condizioni hanno portato alla formazione di croste da vento e da fusione e rigelo, molto dure e mentre gli strati basali hanno subito un forte metamorfismo costruttivo a causa del limitato spessore del manto nevoso associato alle temperature molto rigide.

Dal 1 gennaio alla mattinata del 5 gennaio una saccatura polare in estensione dalla Scandinavia, associata ad un minimo di pressione al suolo sul Golfo Ligure, ha determinato finalmente nevicate, diffuse e intense sulle Alpi.

Fig. 9 - Valanga nubiforme che ha raggiunto il fondovalle tra il comune di Formazza e quello di Premia.



Fig. 10: valanghe che hanno interessato la strada per l'Alpe Devero poco a monte della frazione Goglio (in alto) e panoramica sulla zona di accumulo della valanga che ha lambito la frazione La Frua del comune di Formazza (in basso).



Le nevicate sono state associate e seguite da una intensa ventilazione che ha determinato una diffusa instabilità anche su pendii relativamente poco inclinati. Sono state segnalate valanghe spontanee lungo i classici percorsi di scialpinismo in alta Val Susa (Fig. 8), alta Val Chisone e Bassa Valle Orco.

Nei primi giorni del mese di gennaio in tutti i settori (ad eccezione delle Alpi Lepontine Sud) sono stati emessi da 2 a 5 giorni di grado 4-Forte. A causa delle temperature relativamente basse, un manto nevoso con spessore nella media o superiore al periodo e una ventilazione sostenuta, soprattutto in quota, gennaio risulta il mese con una maggiore instabilità del manto nevoso, riscontrabile anche dall'uso massiccio del grado 3-Marcato in tutti i settori. Ad evidenziare la diffusa instabilità del manto nevoso è l'elevato numero di valanghe provocate: nel mese di gennaio sono stati registrati 8 incidenti da valanga sui 13 totali della stagione 2020-21.

Sui settori meridionali della regione, oltre ad alcune valanghe di medie dimensioni osservate sopra i 2500 m, vengono ancora segnalati distacchi di fondo a metà e fine mese quando il grado di pericolo era 3-Marcato; si tratta di periodi caratterizzati da un rialzo delle temperature con conseguente incremento del tenore di acqua liquida anche sui

pendii in ombra. A fine gennaio è ancora il Nord Piemonte la zona maggiormente interessata da copiose nevicate: tra il 28 e 30 gennaio vengono raggiunti i 70 cm di neve fresca cumulata al Devero e al Veglia, circa 100 cm a Formazza Pian dei Camosci e 145 cm al Toggia. Per questo motivo, il 29 e 30 gennaio, il Bollettino Valanghe riporta un grado di pericolo 4-Forte in diminuzione solo nella giornata del 31. In questo periodo vengono segnalate valanghe molto grandi, soprattutto lungo i percorsi abituali che in alcuni casi hanno interessato la viabilità. In questo periodo vengono segnalate valanghe nubiformi molto grandi come quella che ha attraversato l'intera diga del Devero e quella tra il comune di Premia e di Formazza (Fig. 9).

Vengono inoltre registrate alcune valanghe che hanno interessato la viabilità per l'Alpe Devero e una grossa valanga che ha lambito, senza arrecare danno, l'abitato di La Frua nel comune di Formazza (Fig. 10).

Sempre a fine mese (nel periodo compreso tra il 28 e 30 gennaio), a seguito delle nuove precipitazioni nevose accompagnate da intensa ventilazione da N NW, viene segnalata in alta Valle Susa una ripresa dell'attività valanghiva spontanea. Nel comune di Bardonecchia una valanga a lastroni si è staccata dai pendii di Cima della Sueur a circa 2400 m di quota, il fronte di circa 300 m e lo spessore di circa 100 cm rendeva il distacco ben visibile dal fondovalle. Sempre nel comune di Bardonecchia, si è staccata una valanga denominata "Rio Fosse" che si trova tra le frazioni di Melezet e Les Arnauds. In questo caso si è trattato di una valanga a debole coesione di neve umida data l'esposizione est e la quota di distacco più bassa (circa 2200 m).

Febbraio

Il mese di febbraio è stato un progressivo passaggio tra l'elevata instabilità di gennaio e la generale stabilità del mese di marzo, determinata dall'instaurarsi dell'alta pressione accompagnata da temperature miti, soprattutto a fine mese.

A partire dal 23 febbraio si assiste, infatti, ad un incremento delle temperature su tutti i settori alpini piemontesi che, così come riportato nel bollettino valanghe, determinano l'aumento dell'attività valanghiva spontanea. Le valanghe di dimensioni maggiori sono state segnalate sui settori di confine settentrionali, dove il grado di pericolo 2-Moderato presentava un aumento nel corso della giornata per riscaldamento. Il 24 febbraio, nella zona dell'Alpe Devero e più precisamente nei pressi di Crampio, è stata segnalata e fotografata una valanga a debole coesione di grandi dimensioni (Fig. 11). Proprio il 24 alle 10:30 vengono raggiunti i 9 °C, temperatura massima registrata dalla stazione automatica Alpe Devero (1634m): si tratta di un valore che non veniva raggiunto da metà dicembre 2020.



Fig. 11 - Valanga a debole coesione nei pressi dell'abitato di Crampio, che ha raggiunto il Lago delle Streghe.

Marzo

Nel mese di marzo sui settori di confine settentrionali e occidentali, le condizioni di stabilità sono andate migliorando più lentamente mantenendo così una presenza del grado di pericolo 3-Marcato, mentre sui settori meridionali e sulla fascia prealpina spicca il grado di pericolo 1-Debole, seguito dal 2- Moderato.

Aprile e Maggio

I mesi di aprile e maggio hanno visto un ritorno parziale dell'instabilità con un aumento della frequenza dei gradi di pericolo 2-Moderato e 3-Marcato, generalmente in tutti i settori, dovuto principalmente alle nuove nevicate e al ritorno di temperature più tipicamente invernali che hanno rallentato i processi di consolidamento.

Nella seconda settimana di maggio si sono registrati 40-60 cm di neve fresca molto umida, in particolare dalle A. Graie alle A. Lepontine, dove è stato raggiunto il grado 4- Forte. La quota neve è scesa fino ai 1900-2200 m sui settori settentrionali e i 2000-2400 m su quelli occidentali, dove la neve fresca era umida almeno fino a 2500-2700 m. Nonostante le abbondanti precipitazioni sono state segnalate solo alcune valanghe spontanee sulle A. Cozie N. Nell'ultima settimana di maggio, nel periodo di emissione delle note informative, si sono ancora verificate nevicate sulle creste di confine dei rilievi settentrionali oltre i 2300m associate ad intensa ventilazione da ovest. Dopo le nevicate è stato registrato un sensibile rialzo delle temperature e dello zero termico, con conseguente instabilità del manto nevoso.

Fig. 12 - Distribuzione del numero di incidenti negli ultimi 36 anni. La linea tratteggiata e la linea intera descrivono rispettivamente la media (6.2 incidenti/anno) e la tendenza polinomiale.

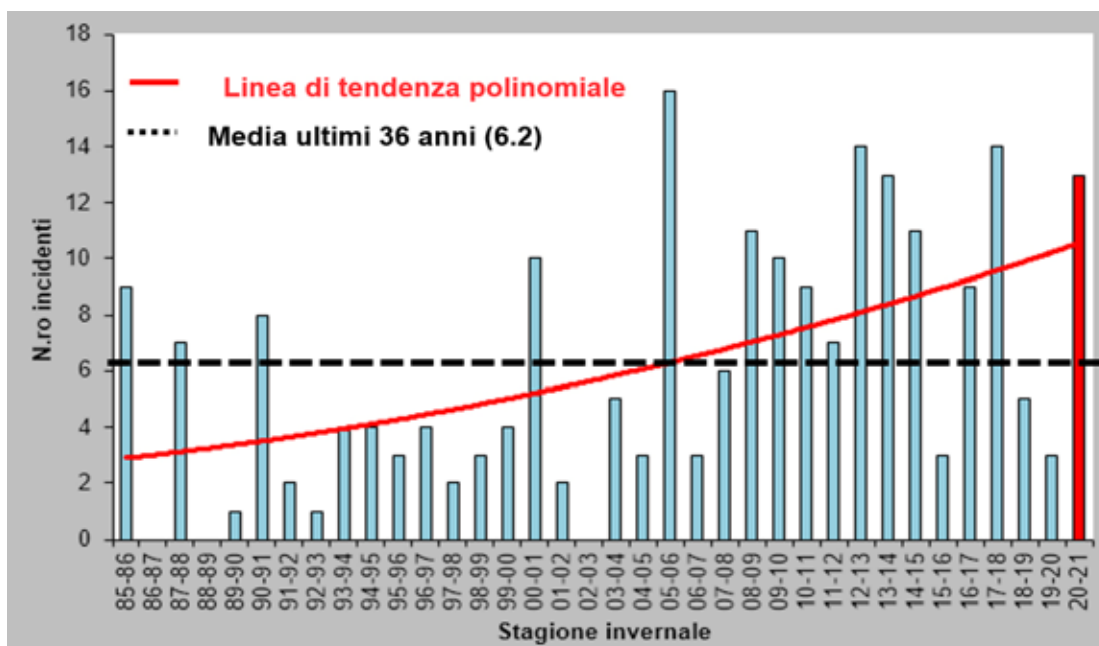


Fig. 13 - Panoramica sulla valanga (evidenziata dalla linea tratteggiata rossa). Sopra la zona di distacco la casermetta militare (evidenziata in arancione).

INCIDENTI DA VALANGA

La stagione invernale 2020-21, così come la precedente, è stata influenzata notevolmente dall'epidemia da Coronavirus. Se da un lato si è assistito ad un notevole incremento di scialpinisti ed escursionisti in ambiente innevato, vista la chiusura (o la limitata apertura agli sci club) degli impianti da sci; dall'altro le limitazioni agli spostamenti hanno determinato un'affluenza dei frequentatori della montagna estremamente ridotta, per periodi piuttosto lunghi.

Nonostante le limitazioni agli spostamenti il numero di incidenti sulle alpi piemontesi nella stagione invernale 2020-21 è rilevante, raggiunge infatti il terzo posto per numero di incidenti se si considera il periodo 1985-2021, al pari della stagione invernale 2013-14 (Fig. 12).

Si potrebbe pensare che un numero così elevato di incidenti possa essere legato all'inesperienza delle persone che si sono avvicinate allo scialpinismo o alle escursioni con le ciaspole ma, al contrario, praticamente tutti gli incidenti hanno coinvolto persone esperte o molto esperte.

INCIDENTE SIGNIFICATIVO

Nella mattinata di sabato 30 gennaio un gruppo di 9 scialpinisti, provenienti dal nord Piemonte, intraprende la salita a una cima senza nome quotata 2720 m nel vallone chiamato del Vallonasso nel comune di Aceglia (CN). Intorno a quota 2250 m il gruppo risale il versante esposto a est sul quale si è staccata la valanga. Il pendio si sviluppa per un dislivello di circa 300 m e nella parte alta, circa 30 m sotto la cresta rocciosa, è presente una vecchia casermetta militare (2570 m) lunga circa 40 m (Fig. 13).

Oltre i 2600 m uno stretto e ripido canale nevoso si incunea tra le rocce e permette di raggiungere la punta senza nome. Non è noto se tutti siano arrivati alla casermetta. Le informazioni disponibili indicano che nel momento in cui si è staccata la valanga alcuni si trovavano già al fondo del pendio mentre altri erano ancora impegnati nello stretto canale posto a monte della casermetta. Un componente del gruppo, che in quel momento si trovava da solo nella piazzola antistante la casermetta, inizia la discesa scegliendo la traiettoria subito a valle della costruzione e provoca il distacco, avvenuto tra le 12 e le 13, che lo travolge completamente.

Il resto del gruppo sceso a valle, si accorge del mancato rientro solo 400 m più a valle; a questo punto rimettono le pelli e risalgono il pendio fino al luogo dell'incidente e, una volta individuato il distacco, avvertono il Soccorso Alpino. Dall'analisi della carta delle pendenze, il settore di versante interessato dalla valanga è caratterizzato da una zona di distacco con inclinazione di circa 35-38° alla quale segue una zona meno ripida (circa 30°) fino ad una prima area di accumulo intorno alla quota di 2400 m; successivamente la valanga ha proseguito lungo un breve versante, ma nuovamente ripido e caratterizzato da affioramenti rocciosi (>

35°) fino alla zona inferiore di accumulo con una pendenza intorno ai 20°.

Lo sciatore che ha staccato la valanga, probabilmente qualche decina di metri sotto la casermetta, è stato travolto e trasportato fino al piede della valanga; mediante ricerca con ARTVA è stato individuato dal tecnico del Soccorso Alpino alla quota di circa 2300 m, ad una profondità di 90-100 cm. Il travolto, ritrovato in gravi condizioni, viene trasportato mediante elicottero in ospedale dove morirà poco dopo. Probabilmente il fatto che non tutti i componenti del gruppo si conoscessero bene ha determinato il notevole ritardo nell'attivazione delle operazioni di soccorso.

Il rilievo effettuato, subito a monte del coronamento della valanga, ha permesso di evidenziare la presenza di un accumulo da vento compatto di spessore compreso tra i 40 e i 50 cm che poggiava su una sottile crosta da fusione e rigelo, sotto ad essa uno strato di cristalli angolari spesso circa 15 cm (Fig. 14).

L'esposizione est del versante, rispetto ai venti da ovest che a più riprese hanno interessato la zona nei 10-15 giorni pre-

cedenti, è stata un fattore determinante per la formazione dell'accumulo. La presenza della casermetta posta trasversalmente al pendio, inoltre, ha funzionato da ostacolo rispetto al vento ed ha quindi indotto la deposizione della neve immediatamente a valle.

Le prove di stabilità effettuate (ECT e RB) hanno evidenziato come nel punto del rilievo il lastrone fosse sollecitabile soltanto con forte sovraccarico. E' altamente probabile, tuttavia, che qualche decina di metri più in basso l'accumulo avesse uno spessore inferiore e quindi risultasse sollecitabile al passaggio del singolo sciatore.

Il manto nevoso nella zona dell'incidente, ben rappresenta le caratteristiche di inizio inverno che hanno determinato un elevato numero di valanghe sia spontanee che provocate.

La presenza di lastroni superficiali formati in seguito all'intensa e duratura ventilazione da ovest, nord-ovest e strati intermedi e basali costituiti da cristalli sfaccettati a seguito dalle basse temperature e da spessori contenuti di neve al suolo, sono stati i principali fattori di instabilità del manto nevoso.

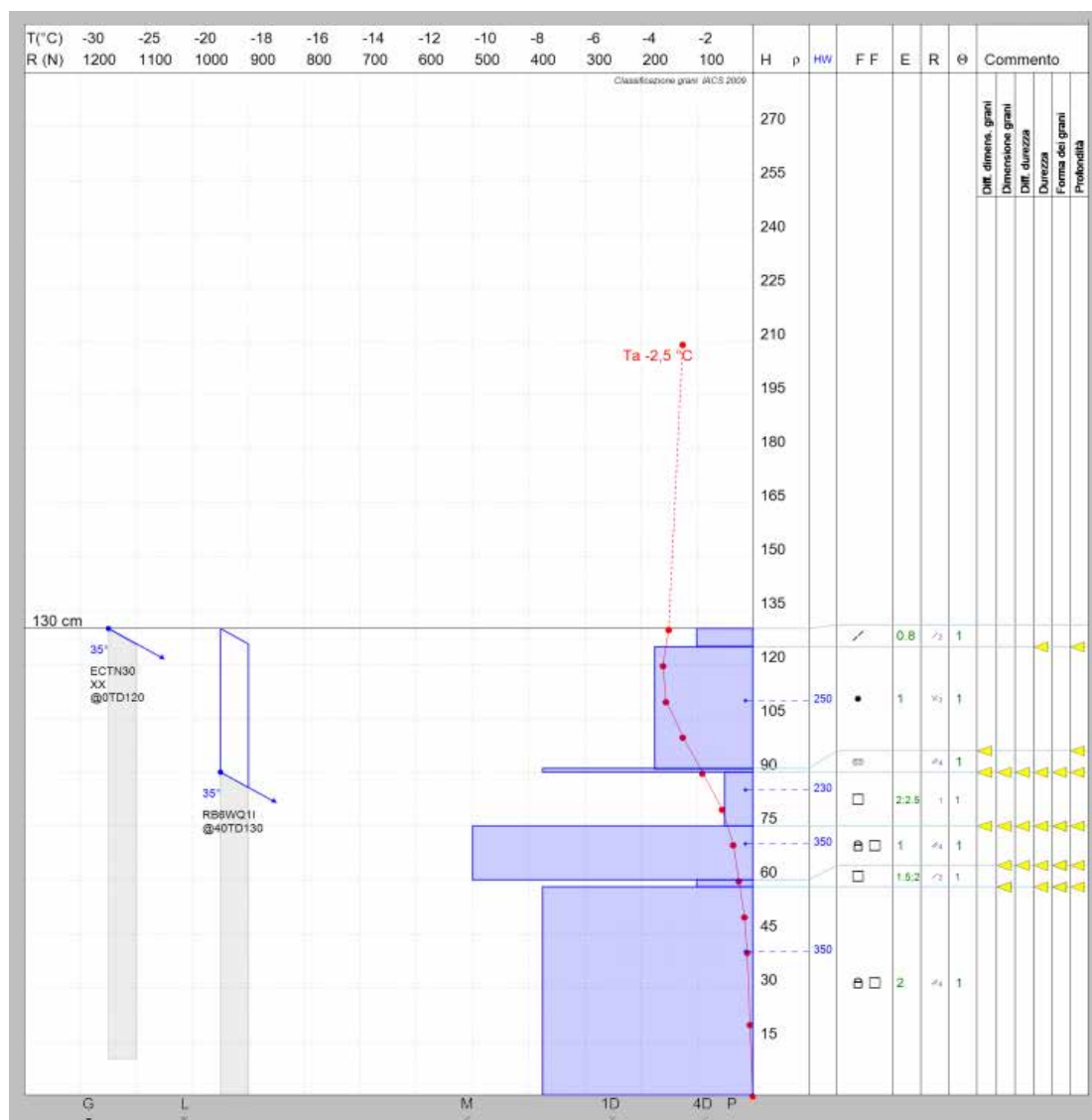


Fig. 14 - Profilo nivologico eseguito due giorni dopo l'incidente nei pressi della zona di distacco.



REGIONE MARCHE

Stefano Sofia, Francesco Boccanera, Gabriella Speranza

Servizio Protezione Civile - Area Neve e Valanghe del Centro Funzionale

INTRODUZIONE

La stagione invernale 2020-2021 è stata caratterizzata da:

- nevicate precoci in quota, cadute su un suolo ancora molto caldo;
- eventi più significativi avvenuti tra la fine di dicembre e la prima parte di gennaio, associati ad un forte trasporto eolico;
- un prolungato e marcato aumento delle temperature tra la fine di gennaio e l'inizio di febbraio che ha trasformato in maniera irreversibile l'evoluzione del manto nevoso alle quote basse mentre in quota, in particolare nelle esposizioni meno esposte, il manto ha mantenuto caratteristiche invernali fino a primavera inoltrata;

Gli accumuli di neve fresca, nel complesso, sono stati nella

media climatologica ma gli spessori in quota ne sono stati per gran parte della stagione ben al di sopra.

L'attività valanghiva è stata caratterizzata da numerose valanghe di fondo e da slittamento, con due rilevanti finestre temporali abbastanza ravvicinate tra loro.

FONTI DEI DATI

I dati utilizzati per redigere questa analisi provengono dalla rete meteo idro pluviometrica della Regione Marche gestita dal Centro Funzionale, dalle stazioni manuali dei Carabinieri Forestali e dai rilievi itineranti gestiti sempre dal Centro Funzionale effettuati sia da personale interno sia da personale del CNSAS.

ANDAMENTO GENERALE

Temperatura dell'aria

Questa stagione invernale è stata caratterizzata da un'alternanza tra ingressi di aria molto fredda e prolungati rialzi dovuti all'espansione di anticicloni di matrice africana, associati ad avvezione di aria di origine tropicale continentale (Fig. 1). Oltre ad avere due decadi di dicembre oltre la media, particolarmente significativo per essere in piena stagione invernale è stato l'aumento delle temperature all'inizio di

Fig. 1 - Media giornaliera della temperatura di 5 stazioni automatiche situate tra 1000 e 2000 m, mediate tramite un filtro a media mobile di 11 giorni; la linea continua rappresenta la media della stagione invernale 2020-2021, quella tratteggiata è la media sul periodo 2002-2021.

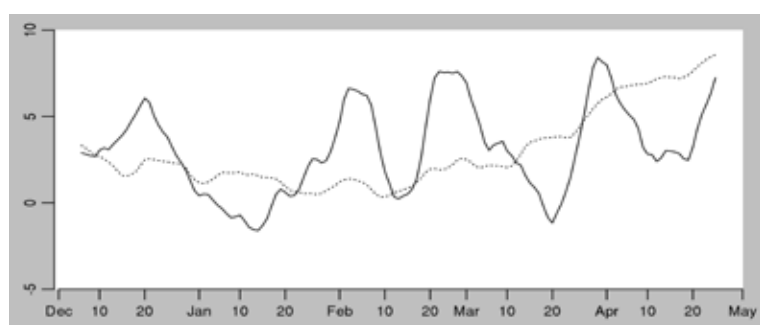
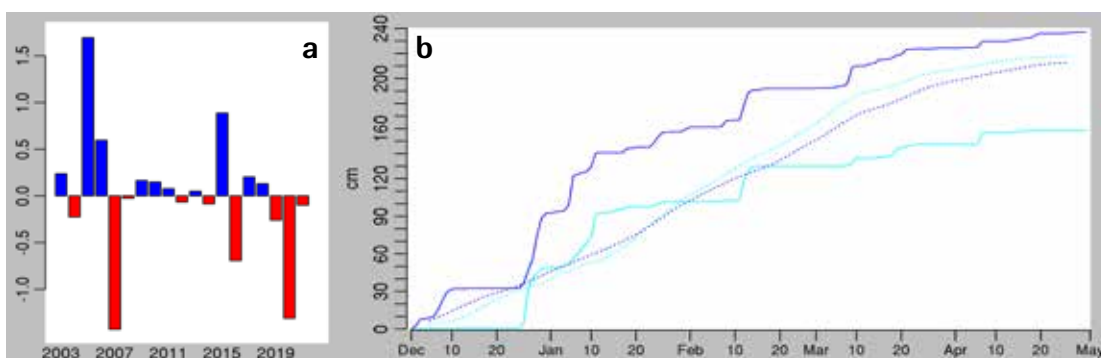


Fig. 2 - SAI (Standardized Anomaly Index) del cumulo di neve fresca per i Sibillini (2a) e somma giornaliera della media giornaliera di cumulo di neve fresca (in ciano per le stazioni sotto i 1500m e in blue per le stazioni tra 1500 e 2000 m; le linee tratteggiate corrispondono alla media del periodo 2002-2021) (2b).



febbraio quando una estesa e solida circolazione anticiclonica ha favorito l'ingresso di aria molto mite, soprattutto alle quote inferiori ai 1500 m.

La terza forte anomalia positiva della stagione, avvenuta ad inizio marzo, può essere messa in relazione solo con l'innevamento in quota vista la quasi completa assenza del manto nevoso alle quote più basse; dalla fine di marzo in poi l'andamento delle temperature perde gradualmente importanza anche per le quote più alte dell'Appennino marchigiano, quando le condizioni primaverili alternano enormi scarti tra i valori notturni e quelli diurni.

Cumulo giornaliero di neve fresca

L'indice SAI elaborato per il cumulo stagionale di neve fresca sui Sibillini risulta leggermente negativo, ma sempre nella norma rispetto al lungo periodo (che parte dalla stagione invernale 2002-2003), mentre la somma giornaliera della media giornaliera di neve fresca evidenzia in maniera più particolareggiata l'evoluzione della stagione (Figg. 2a e 2b). L'evoluzione temporale trova gli eventi più significativi tra la fine di dicembre e la prima parte del mese di gennaio, quando la somma delle cumulate diventa rapidamente maggiore rispetto alla media; mentre questa situazione rimane invariata alle quote superiori fino a fine stagione, alle quote più basse il contributo di neve fresca rimane superiore alla media solo durante il mese di gennaio.

Già tra la fine di novembre e la prima decade di dicembre vi sono state un paio di perturbazioni atlantiche, associate ad aria inizialmente mite seguita poi da un ingresso più freddo; in queste situazioni le precipitazioni sono state a carattere piovoso fino a 1800-2000 m, per poi diventare nevose fino ai 1500m.

Le nevicate più diffuse ed abbondanti della stagione sono avvenute tra il 26 ed il 28 dicembre, tra il 5 e il 6 gennaio ed infine tra il 9 e l'11 gennaio, con apporti per ciascun evento localmente superiori ai 50 cm. Come a fine novembre, in un paio di occasioni, un temporaneo ma sensibile aumento dello zero termico ha determinato la presenza di acqua allo stato liquido sugli strati superficiali del manto alle quote più basse (Fig. 3).

Gli ultimi eventi di una certa importanza si sono registrati a metà febbraio e, solo per le quote più alte dei Sibillini, a metà marzo.

Spessore del manto nevoso

Il confronto tra la sommatoria giornaliera della media giornaliera di neve fresca (Figg. 2) e i valori di spessore del manto nevoso (Fig.4) dà una chiara informazione sull'azione delle temperature e dell'attività eolica avvenute nel corso della stagione, e può già fornire alcuni segnali molto generali sull'evoluzione del manto nevoso.

Il mese di dicembre, come già accennato per il cumulo giornaliero di neve fresca, vede il manto presente solo alle quote medio-alte dei Sibillini con valori localmente maggiori rispetto alla media stagionale; ma le differenze maggiori si riscontrano a partire dal mese di gennaio, con valori in quota ben superiori alla media per gran parte della stagione. L'evoluzione dello spessore del manto nevoso amplifica gli

Fig. 3 - indice di instabilità di neve bagnata (WSI) simulata da SnowPack sul versante S della stazione di Pintura di Bolognola (a quota 1350 m). I puntini rossi rappresentano la percolazione di acqua in profondità.

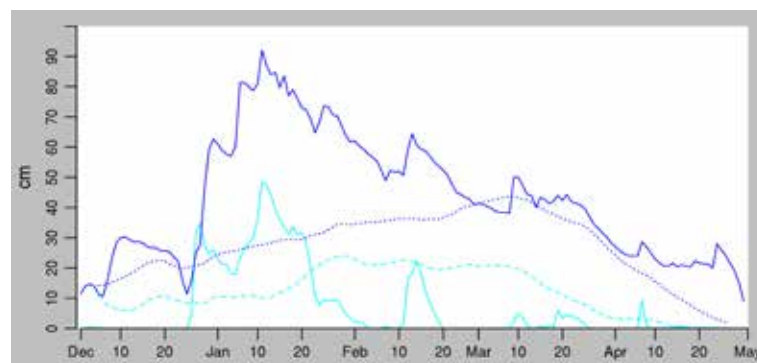
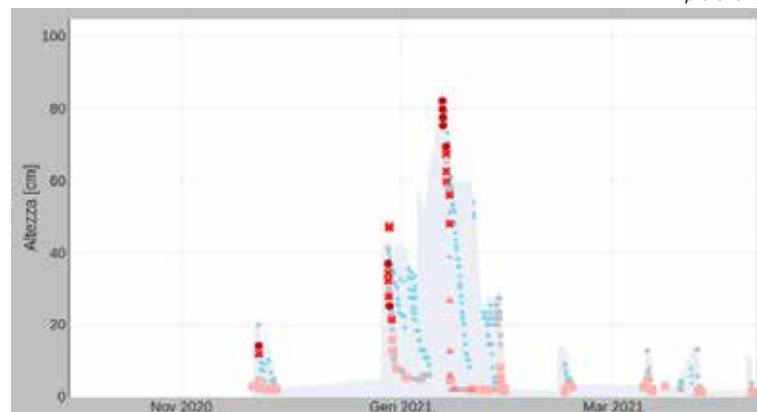


Fig. 4 - Media giornaliera di altezza del manto nevoso (in ciano per le stazioni sotto i 1500m e in blue per le stazioni tra 1500 e 2000 m; le linee tratteggiate corrispondono alla media del periodo 2002-2021).



Fig. 5 - Cornice sul Monte Rotondo, tra Madonna della Cona e Monte Prata, il 3 febbraio.



Fig. 6 - Cornice sul Monte Rotondo, tra Madonna della Cona e Monte Prata, il 13 marzo.

Fig. 7 - Indice di Wind Drift calcolato da SnowPack per la stazione nivometrica automatica di Monte Prata (a quota 1950 m).

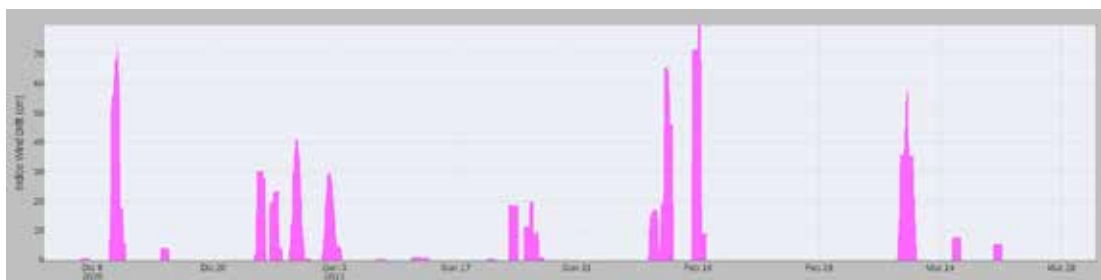


Fig. 8 - Stratigrafia simulata da SnowPack sul versante N della stazione di Monte Prata (a quota 1950 m). In verde chiaro le particelle di precipitazione, in verde scuro le particelle di precipitazione decomposte e frammentate, in rosa i frani arrotondati, in celeste i cristalli sfaccettati, in rosso le forme fuse ed in nero le croste da fusione e rigelo.

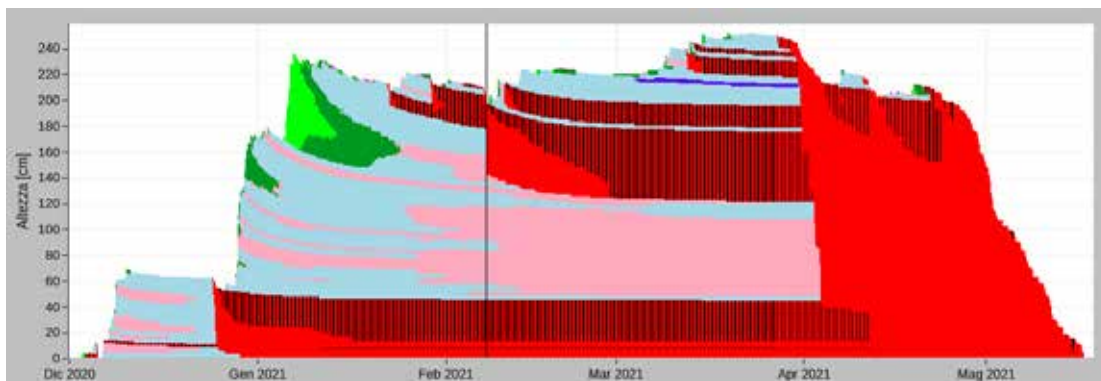


Fig. 9 - Valanga di grandi dimensioni di neve bagnata avvenuta il 28 dicembre a Pian della Gardosa, in prossimità di Foce di Montemonaco.



effetti delle nevicate soprattutto in quota.

La forte anomalia in quota può essere indice di un forte trasporto eolico con accumuli importanti sui versanti sottovento e sui versanti meno esposti (foto di Figg. 5 e 6); la quota e gli spessori importanti hanno fornito un'inerzia maggiore alle fluttuazioni delle temperature rispetto alle quote inferiori, dove l'evoluzione degli spessori più esigui hanno favorito una correlazione molto più rapida con l'andamento delle anomalie di temperatura.

Vento

Come già accennato nella descrizione sullo spessore del manto nevoso, l'azione del vento ed il conseguente trasporto eolico sono stati fattori fondamentali per spiegare

gli accumuli registrati alle quote medio-alte dei Sibillini.

L'indice di Wind Drift per la stazione di Monte Prata (Fig. 7) conferma come, a fronte di un cumulo di innevamento stagionale di neve fresca nella norma (SAI index in figura 2) il numero di eventi in cui vi è stato un significativo trasporto eolico sulla stazione di Monte Prata (stazione molto significativa per lo studio del manto nevoso sui Sibillini occidentali) è stato elevato in occasione di ogni nevicata significativa.

Evoluzione del manto nevoso

Le nevicate tra fine novembre ed inizio dicembre sono state importanti per la caratterizzazione del manto alle quote più alte dei Sibillini, dove il manto è rimasto continuo per l'intera stagione. Sulla maggior parte delle esposizioni queste prime nevicate, su un suolo molto caldo, hanno infatti favorito la formazione di un'interfaccia umida tra il suolo ed il manto che poi, con gli spessori inizialmente esigui e le temperature elevate durante le prime due decadi di dicembre, si è rapidamente trasformata in grani di tipo MF; nei pendii meno esposti l'evoluzione del manto è stata invece molto più lenta, con la persistenza allo strato basale di grani RG (mese di dicembre in Fig. 8).

Gli abbondanti apporti di fine dicembre ed inizio gennaio hanno seguito, in parte, l'evoluzione appena descritta: alle quote più basse gli accumuli sono caduti sul suolo nudo con una rapida evoluzione verso le forme fuse (mese di gennaio in Fig. 3) mentre in quota i nuovi accumuli si sono posati sopra strati basali andando a formare spessori importanti. A metà gennaio un repentino abbassamento della temperatura, in fase di precipitazione, ha creato una diffusa e sottile crosta da pioggia che poi è stata inglobata ed è rimasta attiva per molto tempo.

A partire dalla seconda metà di gennaio fino alla prima parte di febbraio sono state osservate alcune bocche di balena, a conferma degli spessori importanti raggiunti su molti versanti sottovento.

A partire dal mese di febbraio i quantitativi di neve al suolo sono rimasti significativi solo in quota; alle quote più basse l'andamento delle temperature e lo scarso apporto di neve fresca hanno determinato una precoce trasformazione e consunzione del manto.

Attività valanghiva

L'attività valanghiva è stata presente per gran parte della stagione invernale, ed in particolare è stata molto attiva durante due periodi: il primo tra la fine dicembre e la prima parte di gennaio, in corrispondenza delle nevicate più abbondanti della stagione già evidenziate nella descrizione del cumulo giornaliero di neve fresca, e il secondo tra l'ultima decade di gennaio e la prima decade di febbraio.

Il primo ciclo valanghivo della stagione è avvenuto già a fine novembre sul versante orientale dei Sibillini in corrispondenza di locali accumuli ventati moderati dove una forte fluttuazione dello zero termico ha favorito sotto i 1800-1900 m precipitazioni a carattere piovoso; il peso della neve bagnata ha determinato, proprio all'interfaccia tra la neve asciutta e la neve bagnata, l'innescò di piccole ed alcune medie valanghe di fondo di neve bagnata.

Il primo periodo di rilievo, come già accennato, è avvenuto a seguito delle abbondanti nevicate di fine dicembre ed inizio gennaio: tra il 28 dicembre ed i primi giorni di gennaio i fenomeni valanghivi sono stati di nuovo innescati da un'alternanza tra piogge e nevicate, con numerose valanghe di fondo di neve bagnata di piccole dimensioni alle quote più basse (sul Monte Zampa e sul Monte Amandola il 3 gennaio, a Pizzo Meta il 7 gennaio) e valanghe a lastroni, sempre di fondo, di dimensioni medie o addirittura grandi alle quote più alte (sul Pian della Gardosa sopra Foce di Montemonaco il 28 dicembre – foto di Fig. 9 – alla Macera della Morte sui Monti della Laga il 3 gennaio).

L'11 di gennaio, su un versante meridionale alla quota di 1450 m dei Piani di Ragnolo (Pizzo Meta) in prossimità del valico della Maddalena, è stata osservata una valanga a lastroni di grandi dimensioni che per pochi metri non ha interessato la strada provinciale Sarnano – Sassotetto; il 13 gennaio poco lontano è avvenuta una valanga, probabilmente di slittamento, sul Monte Amandola sopra le piste da sci di Pintura di Bolognola.

Il secondo periodo di intensa attività valanghiva è avvenuto tra l'ultima decade di gennaio e la prima decade di febbraio, caratterizzata prevalentemente da valanghe di slittamento e valanghe a lastroni. In particolare alla Faggeta di Sassotetto, sito abituale per la formazione di valanghe da slittamento,

ne sono avvenute due di grandi dimensioni una il 22 e la seconda il 24 gennaio, seguite da una attigua valanga a lastroni di neve ventata il 26 (foto di Fig. 10); valanghe a lastroni di fondo, quasi esclusivamente da slittamento, sono avvenute il 27 sul Monte Banditello sopra Montemonaco, il 1 febbraio allo Scoglio della Volpe, il 3 febbraio sopra la frazione di Spina di Gualdo e sopra la frazione di Vallinfante del comune di Castelsantangelo sul Nera, il 5 in Val di Panico sul versante del Monte Berro (foto di Fig. 11) ed il 6 sul Monte Lieto (verso la piana di Castelluccio, versante marchigiano). Almeno una valanga da slittamento di grandi dimensioni è avvenuta, a metà gennaio, anche sul Monte Catria, sull'Appennino Pesarese (foto di Fig. 12).

A seguire gli eventi valanghivi registrati sono stati molto più isolati: il 21 febbraio è stata rilevata una valanga di grandi dimensioni in prossimità dei laghi di Pilato tra Cima dell'Osservatorio e Forca Viola, mentre il 30 aprile è avvenuta una valanga da slittamento bagnata sul Castel Manardo.

Fig. 10 - Due valanghe di slittamento e una valanga a lastroni di neve ventata alla Faggeta di Sassotetto (versante N) avvenute tra il 22 ed il 26 gennaio.



Fig. 11 - Bocche di balena e valanga di slittamento in Val di Panico, sul versante del Monte Berro, avvenuta il 5 febbraio.



Fig. 12 - Zona di distacco di una valanga di slittamento sul Monte Catria avvenuta il 16 gennaio.

