

NEVE sulle DOLOMITI VENETE

Mauro Valt
ARPAV-CVA, Arabba, Belluno (Italy)
mauro.valt@gmail.com

DOI: 10.82089/NEV992026_1

In recent decades, snow cover has undergone variations across the planet, partly due to rising temperatures, and climate change is already having a significant impact on the European Alps as well. Studies on snow cover have revealed that the reduction in the reliability of snow in low- and medium-altitude ski resorts is caused by warmer winter temperatures. This has also led to an increase in episodes of rain on snow, resulting in the snow cover melting early, even during the winter season.

This article analyses precipitation and snow trends in the Veneto Dolomites. Using data observed in the field, the aim is to understand the impact of climate change on the snow cover. The long historical series of some stations located in the Dolomites between 750 and 2200 m above sea level are used.

Compared to the climatic period 1961-1990, in the period 1991-2020 there was a decrease in snowfall HNwinter of almost 100 cm at an altitude of 2200 m, but also of 80-90 cm in the valley bottoms.

As regards the depth of snow on the ground (HSimed), the data clearly show the decline in snow cover in recent years, with more significant depth deficits at lower altitudes. Here, the loss of snow cover is gradual from January to March, when the snow disappears rapidly. At high altitudes, however, the deficit begins in March, due to a reduction in spring snowfall.

The reliable snow altitude in the Dolomites (LAN) is at 1,700 m, more than 200 m higher than in the 30-year period 1961-1990, but still lower than the value for the Italian Alps.

In the Dolomites, snow days, defined as consecutive days with at least 10 cm of snow on the ground (4SCD>10), have halved below 1,000 m altitude, from over 60 days to only 30-35 days.

As in the rest of the Alps, an increase in the number of days of rain on snow (ROS) has also been observed in the Dolomites, with a significant increase in the altitude of the zero isotherm during precipitation. In February, the altitude rose from around 1,000 metres in the period 1996-2005 to over 1,500 metres in the period 2016-2025.

From 2021 to 2026, a further decrease in all snow-related parameters is observed in the Dolomites.

The article also presents the trends of some historical snowfalls in 1951, 1960, 1969, 1978, 1986, 2008, 2014 and 2020.

Negli ultimi decenni la copertura nevosa ha subito delle importanti variazioni su tutto il pianeta anche a causa dell'aumento delle temperature e i cambiamenti climatici stanno già avendo un impatto significativo anche sulle Alpi europee. Gli studi sulla copertura nevosa hanno rivelato che la riduzione dell'affidabilità della neve nelle stazioni sciistiche di bassa e media quota è causata principalmente dalle temperature invernali più calde. Questo ha comportato anche un aumento degli episodi di pioggia su neve con conseguente precoce fusione del manto nevoso anche durante la stagione invernale.

Questo articolo analizza le precipitazioni e l'andamento della neve sulle Dolomiti Venete. Utilizzando i dati osservati sul campo, l'obiettivo è comprendere l'impatto dei cambiamenti climatici sul manto nevoso. Sono utilizzate le lunghe serie storiche di alcune stazioni ubicate nelle Dolomiti fra i 750 e i 2200 m di quota.

Rispetto al periodo climatico 1961-1990, nel periodo 1991-2020 si è osservata una diminuzione della precipitazione nevosa HNwinter di quasi 100 cm a 2200 m di quota, ma anche di 80-90 cm nei fondivalle. Per quando riguarda lo spessore della neve al suolo (HSimed) i dati evidenziano chiaramente il calo dell'innnevamento negli anni recenti, con deficit di spessore più significativi alle basse quote. Qui la perdita del manto nevoso è graduale da gennaio a marzo, mese in cui la neve scompare rapidamente. In alta quota, invece, il deficit inizia a marzo, a causa di riduzione delle nevicate primaverili.

La quota della neve affidabile nelle Dolomiti (LAN) è a 1700 m di quota, più elevata di oltre 200 m rispetto al trentennio 1961-1990 ma comunque inferiore al valore delle Alpi Italiane.

Nelle Dolomiti, le giornate neve, definite come i giorni consecutivi con almeno 10 cm di neve al suolo (4SCD>10) sono dimezzate al di sotto dei 1000 m di quota, da oltre 60 giorni a solo 30-35 giorni. Come sul resto delle Alpi, anche sulle Dolomiti è stato osservato un aumento dei giorni di pioggia sulla neve (ROS) con anche un importante aumento della quota delle zero termico durante le precipitazioni. Nel mese di febbraio dai circa 1000 metri di quota del periodo 1996-2005 si è innalzata ad oltre i 1500 m di quota nel periodo 2016-2025. Dal 2021 al 2026, sulle Dolomiti, si osserva una ulteriore diminuzione di tutti i parametri legati alla neve.

Nell'articolo, vengono proposti anche gli andamenti di alcune nevicate storiche del 1951, 1960, 1969, 1978, 1986, 2008, 2014 e 2020.



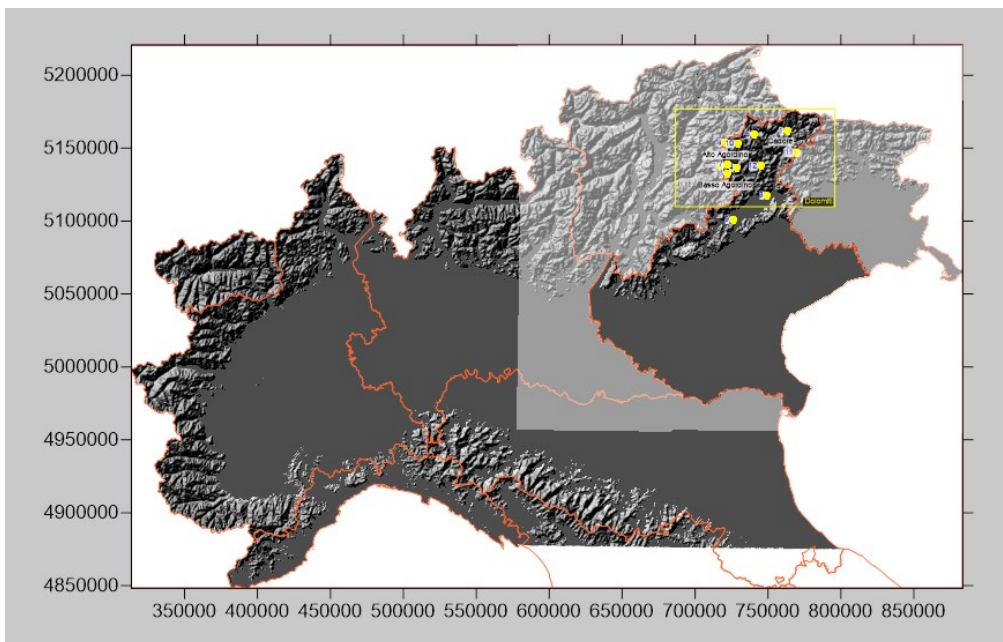
INTRODUZIONE

Negli ultimi decenni la copertura nevosa ha subito delle importanti variazioni su tutto il pianeta anche a causa dell'aumento delle temperature (Notarnicola, 2022), e i cambiamenti climatici stanno già avendo un impatto significativo anche sulle Alpi europee. Gli studi sulla copertura nevosa hanno

Alcuni studi recenti hanno evidenziato che la minor durata della neve e l'aumento della temperatura, determinano una precoce maturazione dell'erba in alta montagna con maggior foraggio per gli animali (Zehnder et al., 2025). Di contro, si è osservato che la popolazione delle marmotte si sta innalzando di quota, riducendo anche il periodo del letargo (Simma et al., 2025). Infine, sono anche in aumento gli episodi di pioggia su neve (Valt, 2025) con conseguente fusione del manto nevoso nei periodi miti, e con la formazione di strati di neve gelata che possono ridurre le possibilità di pascolo di alcuni animali alpini durante l'inverno.

Oltre a questo tipo di rilevamenti con metodi manuali, nelle Dolomiti dal 1984 sono attive delle stazioni meteorologiche dota-

Figura 1 - Area oggetto del presente lavoro: le Dolomiti ricadenti nel territorio della provincia di Belluno (I) nella regione del Veneto con le stazioni utilizzate nel presente lavoro (vedere anche Tabella I).



te di sensori per misura dello spessore della neve con sistemi automatici ad ecometro o più recentemente laser. In questo caso le misure sono ripetute diverse volte a giorno (ogni 10 o 30 minuti) e viene elaborato un valore medio giornaliero di HS.

Il confronto fra le due metodologie di misura del valore di HS, unica al mattino per le misure manuali, media giornaliera per le stazioni automatiche, ha evidenziato uno scarto inferiore al 3% del valore di spessore della neve, con le variazioni maggiori nelle giornate con forte fusione o durante le nevicate (+/- 10% dello spessore) (Valt e Crepez, 2026).

Si è pertanto ritenuto che i valori di HS misurati con le due metodologie possano essere integrati ed elaborati insieme al fine di rendere più robuste le elaborazioni. Anche la neve fresca viene misurata una volta al giorno, alle ore indicate di HS e riguarda la quantità che si è accumulata nelle 24 ore precedenti e "assegnata" come precipitazione al giorno della misura. In pratica viene riportata la neve caduta ieri fra le ore 7:00 - 9:00 e le 24:00 più la neve della mattina fra le 0:00 e l'ora della misura (7:00 - 9:00).

La durata del manto nevoso al suolo (SCD) è il conteggio mensile dei giorni con almeno 1 o 5 cm di neve al suolo (HS) in diverse forme di aggregazione (mensile, stagionale, da novembre ad aprile etc.).

I dati utilizzati provengono principalmente dalla banca dati di ARPA Veneto e pubblicati sugli Annali Nivometeorologici nel periodo dal 1984 al 2022 (<https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/neve/dati/stazioni-automatiche>), dagli open data (<https://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/dati-storici/meteo-idro-nivo/meteo60giorni>), Zenoldo (Matiu et al. 2021) e dai bollettini "Dolomiti Neve al suolo" <https://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/bollettini/neve/dolomiti-neve-al-suolo.pdf@@download/file>. Per definire le condizioni di contorno delle Dolomiti ricadenti in provincia di Belluno, sono state consultate anche le banche dati della Provincia Autonoma di Trento (www.Meteotrentino.it), della Provincia Autonoma di Bolzano (https://meteobrowser.eu-rac.edu/app_direct/meteobrowser/), del

Friuli Venezia Giulia (<https://omnia.meteo.fvg.it/login>) e del Servizio Meteomont dei Carabinieri Forestali (<https://meteomont.carabinieri.it/home>).

Nella Tabella I sono riportate le stazioni delle Dolomiti utilizzate, con la loro quota e coordinate e l'anno di inizio della serie storica. Nel corso degli anni, alcune stazioni manuali possono aver cambiato localizzazione all'interno dello stesso paese e non sempre è stato possibile ricostruire i metadati. Considerando la variabilità stessa del dato di neve, sono stati ritenuti validi purché la quota non sia variata di +/- 100 m di quota, l'esposizione sole/ombra sia rimasta la stessa e la distanza lineare dello spostamento non sia stata superiore ai 300 m.

ELABORAZIONI EFFETTUATE

Sono stati analizzati i dati di HS, HN e SCD di ciascuna stazione, in alcune elaborazioni aggregati per 2 fasce altimetriche: al di sotto dei 1500 m di quota, limite altimetrico per il quale le variazioni di temperatura invernali hanno un impatto maggiore e oltre i 1500 m di quota.

In base alla disponibilità del parametro sono stati definiti i valori di:

- Sommatoria stagionale di neve fresca dal 1° ottobre al 31 maggio [HN_{winter} , cm];
- Indice di spessore medio della neve al suolo calcolato come media aritmetica

sui valori disponibili delle stazioni al di sotto dei 1500 m di quota (bassa quota) [HS_{imed} , cm];

- Indice di spessore medio della neve al suolo, calcolato come media aritmetica sui valori disponibili per il raggruppamento delle stazioni al di sopra dei 1500 m di quota (alta quota) [HS_{imed} , cm];
- La quota della neve affidabile [LAN, m] espressa come la quota dove per almeno 100 giorni la neve rimane con uno spessore di 30 cm ($100SCD > 30$);
- Le giornate sulla neve [$4SCD > 10$, giorni] sono definite come i periodi di almeno 4 giorni consecutivi in cui il manto nevoso è presente con uno spessore di almeno 10 cm nei campi di misurazione. Questi limiti sono ideati per eliminare le nevicate effimere e i periodi brevi con poca neve al suolo. Il valore di $4SCD > 10$ è determinato sommando le giornate che soddisfano le 2 condizioni;
- L'andamento della quota dello zero termico alle 12 UTC in relazione alla precipitazione nella stazione di Arabba a 1600 m;
- I giorni di pioggia su neve (ROS, evento) Per ogni singolo parametro da a) ad f) sono stati determinati i valori caratteristici del
 - periodo climatico 1961-1990;
 - periodo climatico 1991-2020 (ISRPA, 2017).

e in alcuni casi l'andamento per decennio

Tab I. - Stazione utilizzata.
* lunghezza delle serie storiche diverse in funzione dei parametri neve analizzati.

Numero	Stazione	Lat	Lon.	Quota (m)	Serie storica
1	Auronzo di Cadore di Cadore	46,56	12,43	850	1951-2026
2	Lago di Cavia/Cima Pradazzo	46,36	11,82	2100	1951 (1960*) – 2026
3	Belluno	46,16	11,24	410	1972-2026
4	Cencenighe Agordino	46,35	11,97	750	1954-2026
5	Cortina d'Ampezzo	46,53	12,14	1250	1951-2026
6	Gares	46,31	11,88	1365	1971-2026
7	Falcade	46,36	11,87	1150	1951 (1997*) -2026
9	Feltre	46,03	11,90	290	1961-2026
8	Arabba	46,50	11,88	1630	1951-2026
10	Andraz	46,49	11,99	1440	1951-2026
11	Passo Mauria	46,02	11,90	1250	1951-2012
12	Forno di Zoldo	46,35	12,18	870	1951-1992

NEVE

in modo da evidenziare alcune caratteristiche invernali.

Infine, vengono illustrate alcune nevicate importanti avvenute sulle Dolomiti con i dati di HS giornaliero e con i relativi dati di HN dove disponibili.

In tutti i grafici e le tabelle l'anno di riferimento è quello idrologico: l'anno 2026 inizia il 1° ottobre 2025 e termina il 30 settembre 2026 e così per le stagioni precedenti. Parte dei dati utilizzati erano già aggregati in tabelle nelle pubblicazioni e siti consul-

tati, per altri si è provveduto ad effettuare le elaborazioni necessarie.

Inoltre, per definire gli eventi rari, è stato determinato il 10° e il 90° percentile rispetto al periodo di riferimento. Gli scarti medi che si collocano oltre tali soglie sono stati

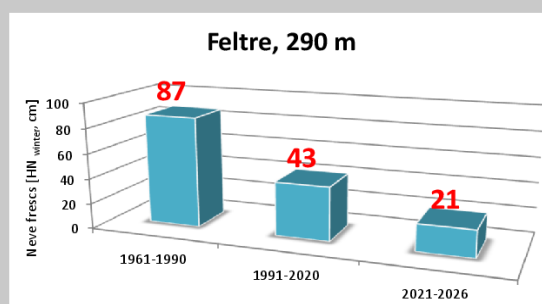
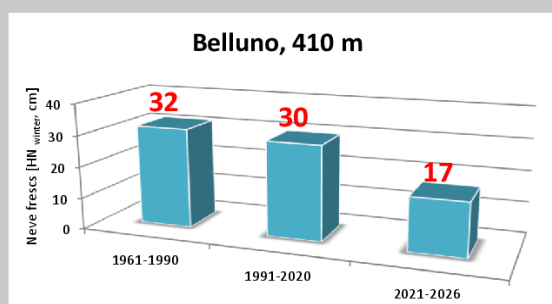
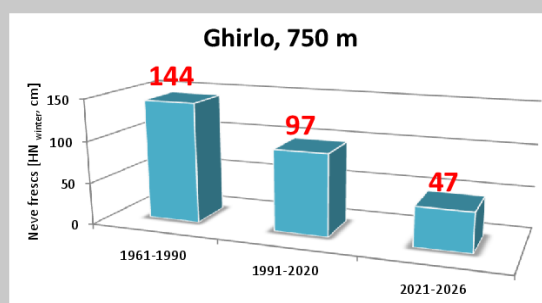
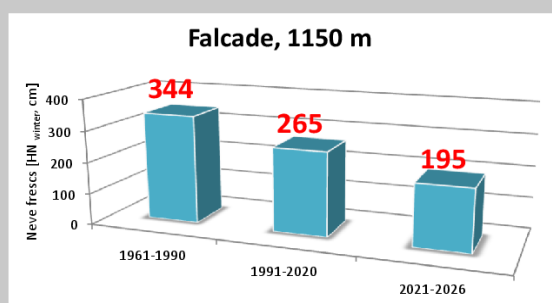
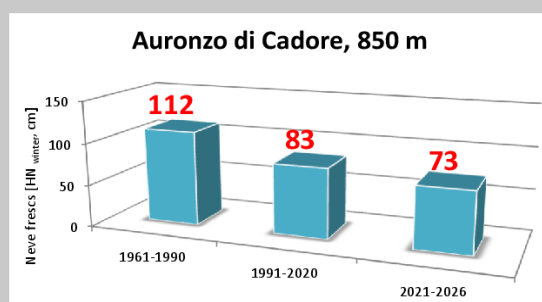
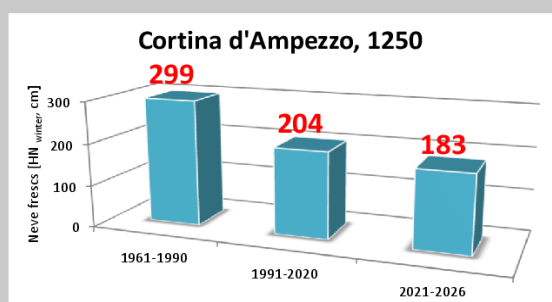
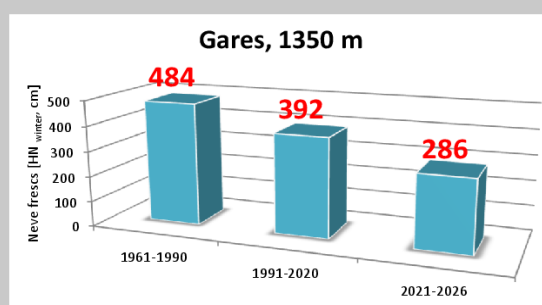
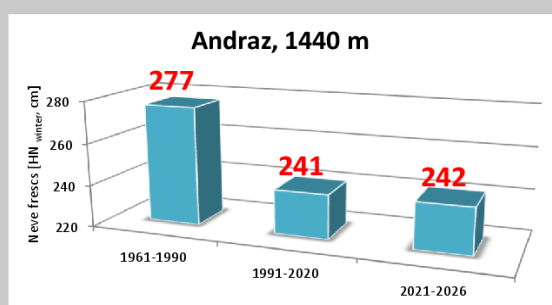
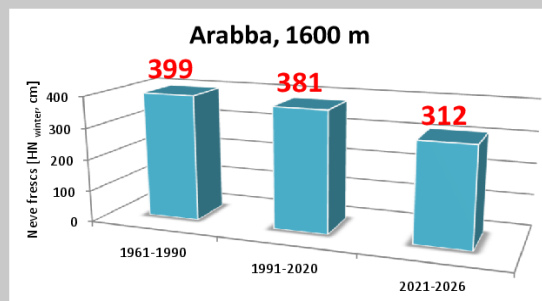
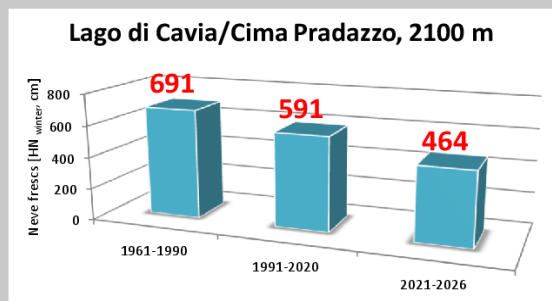


Figura 2 - Valori medi di precipitazione nevosa [HN_{winter}, cm] per i periodi climatici 1961-1990 e 1991-2020 e negli ultimi 6 anni.

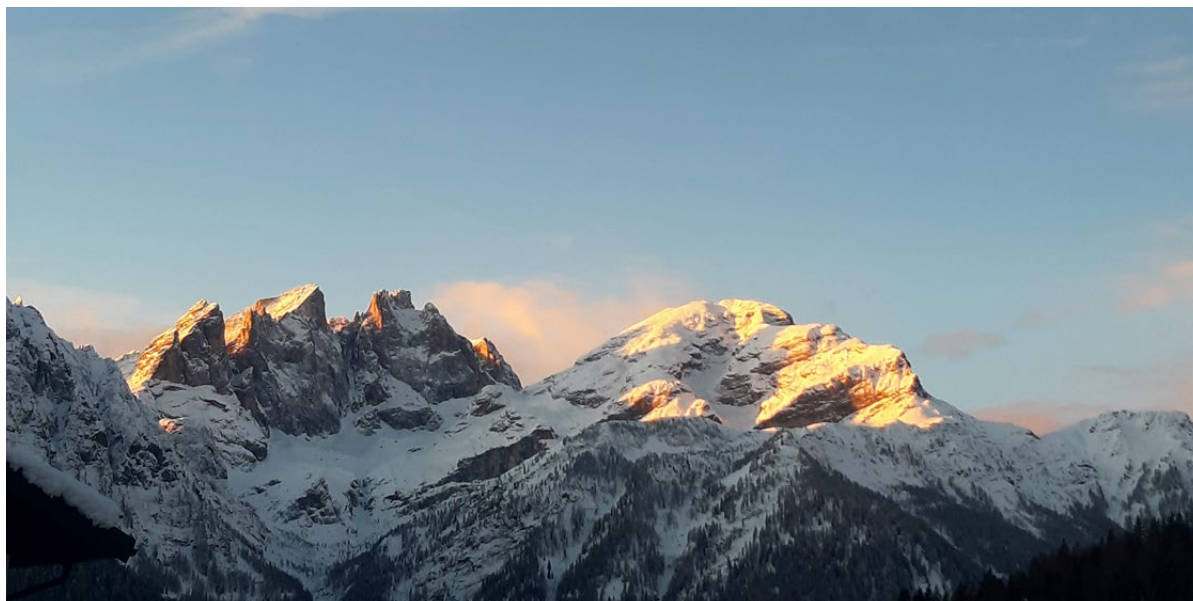


Figura 3 - Valori medi di neve al suolo (HS_{imed}) calcolato per le stazioni in quota delle Dolomiti (oltre i 1500 m di quota). La curva blu indica il trentennio 1961-1990, la curva rossa indica il trentennio recente 1991-2020, la linea tratteggiata nera indica le ultime 6 stagioni invernali.

Figura 4 - Valori medi di neve al suolo (HS_{imed}) calcolato per le stazioni a bassa quota delle Dolomiti (inferiore ai 1500 m di quota). La curva blu indica il trentennio 1961-1990, la curva rossa indica il trentennio recente 1991-2020, la linea tratteggiata nera indica le ultime 6 stagioni invernali.

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 10° e 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.

RISULTATI

a. Neve fresca (HN_{winter})

Nella Fig. 2 sono riportati i valori medi di precipitazione nevosa per periodi di 30 anni e degli ultimi 6 anni per comprendere la variazione sul lungo periodo.

Come si può osservare, nella stazione di alta quota di Lago di Cavia, lo scarto tra i due trentenni è importante, di 1 metro (-14%), come anche nella vicina stazione di Gares (-19%). Lo scarto è importante anche a Falcade a 1150 m (-23%) e a Cencenighe Agordino (-33%), ubicate come Gares e Lago di Cavia/Cima Pradazzo nel basso Agordino; nell'alto Agordino, caratterizzato da precipitazioni nevose generalmente inferiori, lo scarto fra i 2 trentenni è minore: per Arabba è del 4% e per Andraz del 13%. Per la zona più orientale della Provincia di Belluno sono disponibili i dati di Cortina d'Ampezzo (-32%) e di Auronzo di Cadore (-26%) che evidenziano anche esse un deficit di precipitazione nevosa. Nelle stazioni di fondovalle di Belluno (-6%) e Feltre (-51%) gli scarti percentuali sono

molto variabili e andrebbe fatta un'analisi esaminando le giornate con nevicate, poiché singoli eventi importanti come quelli di fine novembre del 2005 possono far variare di molto i valori finali.

Nelle ultime 6 stagioni invernali, rispetto alla media 1991-2020 il deficit risente molto della quota con un -16/18% nelle stazioni più in quota, del 48% nelle stazioni a quote inferiori ai 1000 m.

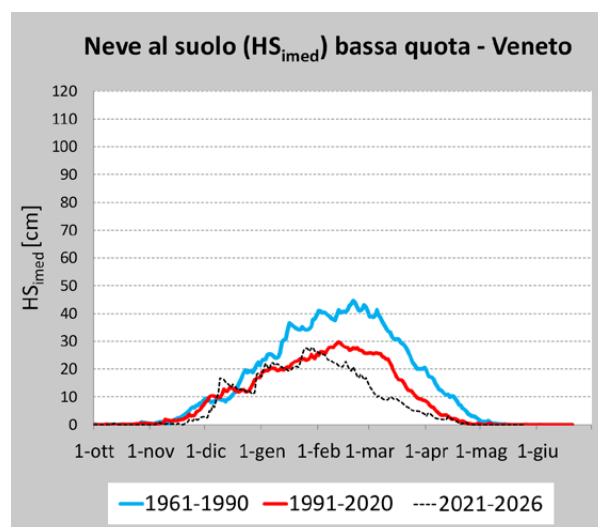
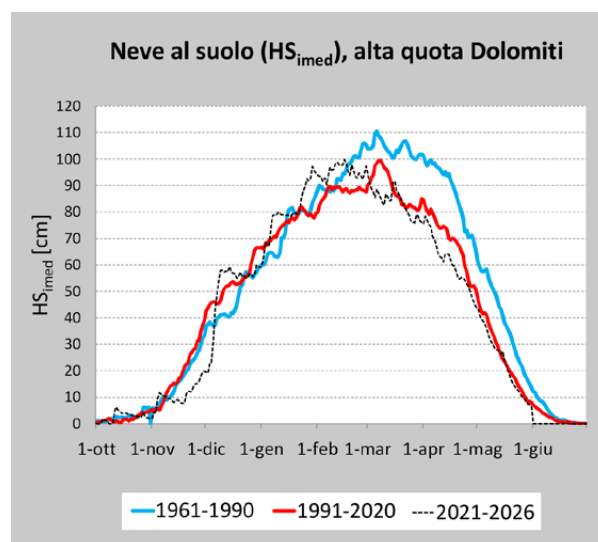
b. Neve al suolo (HS_{imed})

Per la neve al suolo (HS_{imed}) le stazioni sono state raggruppate per "bassa e alta quota" per meglio comprendere l'andamento stagionale (Fig. 3 e 4).

Nei grafici, la curva blu indica il trentennio climatico 1961-1990, periodo che coincide anche con lo sviluppo dello sci nei fondovalle delle Dolomiti e della fascia prealpina. La curva rossa rappresenta invece il trentennio recente, caratterizzato dallo sviluppo delle tecniche di innevamento programmato per sopperire la mancanza di neve, mentre la linea tratteggiata nera indica le ultime 6 stagioni invernali.

I dati evidenziano chiaramente il calo dell'innnevamento negli anni recenti, con i deficit di spessore più significativi alle basse quote. Qui la perdita del manto nevoso è graduale da gennaio a marzo, mese in cui la neve scompare rapidamente. In alta quota, invece, il deficit inizia a marzo, a causa di una netta riduzione delle nevicate primaverili.

Negli ultimi 6 anni, caratterizzati anche da



un nevoso 2021, si è assistito ad un minor innevamento in quota da febbraio ad aprile, mentre alle basse quote si è osservata una rapida diminuzione del manto nevoso a partire già da fine gennaio, molto spesso dovuta ad episodi di pioggia su neve.

LAN Quota neve sciabile - Dolomiti

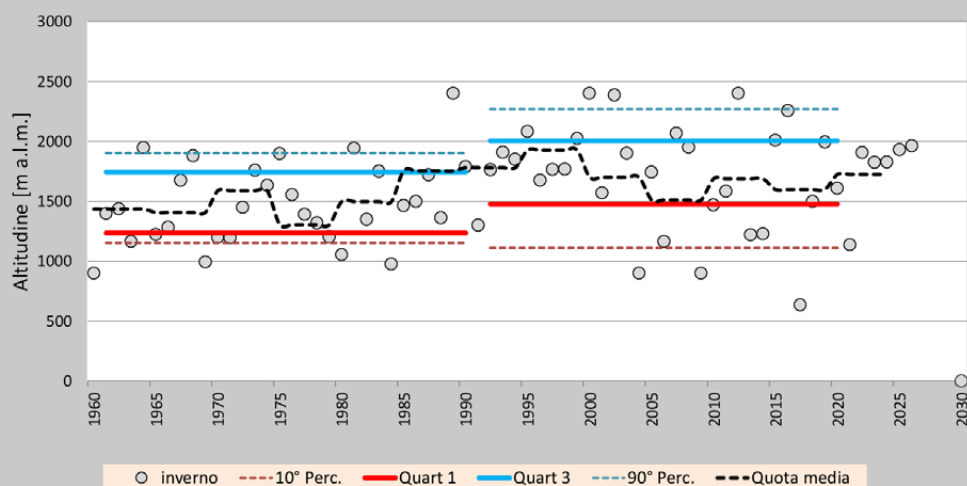
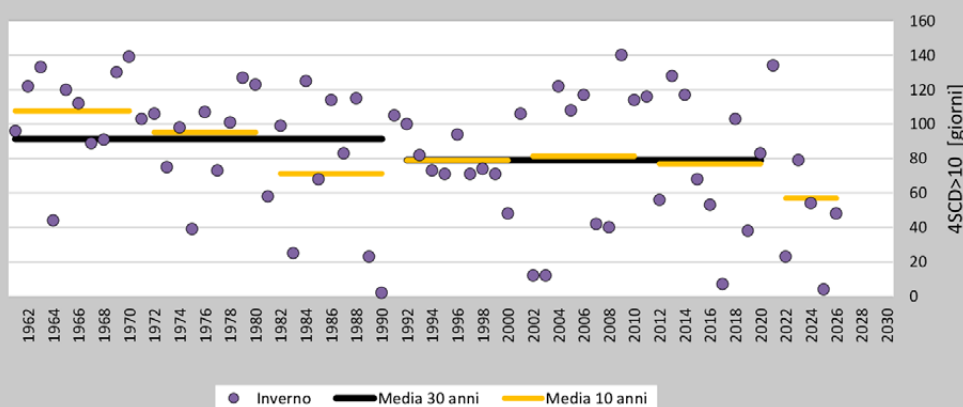
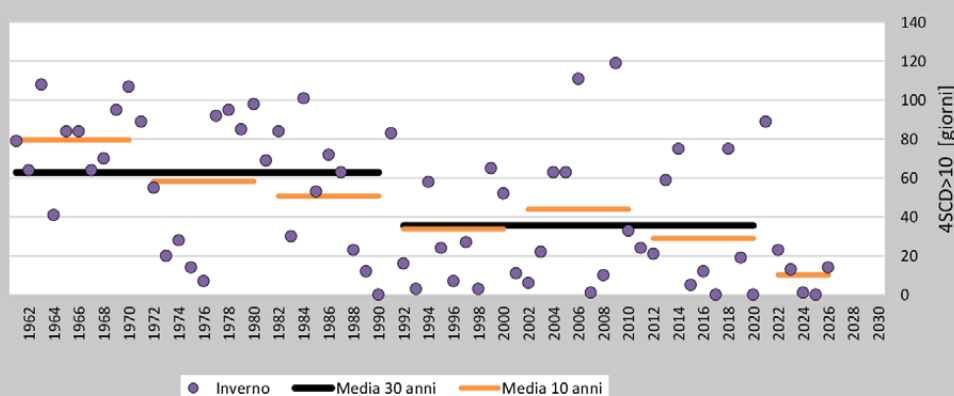
Giornate sulla neve (4 gg > 10 cm)
Cortina d'Ampezzo, 1250 mGiornate sulla neve (4 gg > 10 cm)
Auronzo, 850 m

Figura 5 - Elaborazione della quota della neve affidabile, denominata anche quota neve sciabile (LAN), per le Dolomiti.

Figura 6 - Giornate sulla neve (4SCD>10) per la stazione di misura di Cortina d'Ampezzo. Valori medi calcolati per trentennio e per decennio, nel periodo da dicembre ad aprile.

Figura 7 - Giornate sulla neve (4SCD>10) per la stazione di Auronzo di Cadore. Valori medi calcolati per trentennio e per decennio, nel periodo da dicembre ad aprile.

Periodo	Alpi	Dolomiti
1961-1990	1521 m	1497m
1991-2020	1809 m	1700 m
2021-2026	2025 m	1765 m

Tab II - Altitudine della LAN

Questi dati rappresentano valori medi su base trentennale e sono quindi molto significativi. Pur livellando le variazioni annuali - come l'alternanza tra inverni molto nevosi e altri secchi - le medie mostrano chiaramente la tendenza generale, e confermano la percezione di chi vive in montagna e che oggi ha 60-70 anni di età "c'è meno neve di una volta".

c. Neve sciabile (LAN)

La quota della affidabilità della neve naturale (LAN) per lo sci, neve sciabile, viene definita come la quota dove per una durata minima di 100 giorni, da dicembre ad aprile (DJFMA), il manto nevoso è pari ad almeno 30 cm di spessore (100SCD>30) (Beniston, 1997). Questo criterio viene utilizzato a livello internazionale per descrivere la neve anche dal punto vista di risorsa turistica: secondo Burki (2000), la sostenibilità economica di un comprensorio sciistico è garantita quando in almeno 7 stagioni invernali su 10 la copertura nevosa soddisfa tale condizione.

La quota della affidabilità della neve naturale, tuttavia, varia da regione a regione in funzione delle differenze di clima delle Alpi.

Agarwala (2007) in "Climate Change in The European Alps – Adapting Winer Tourism and Natural Hazard Management" descrive la situazione delle Alpi sulla base della letteratura scientifica dell'epoca. In Svizzera, Föhn (1990) and Laternser e Schneebeli (2003) ha definito una LAN intorno ai 1200-1300 m di quota. Wielke et al. (2004), comparando diversi parametri della neve fra Svizzera e Austria, ha ricavato risultati simili, validi anche per l'Austria occidentale. Per l'Austria orientale tenendo conto del clima più continentale (inverni più freddi nelle zone più orientali delle Alpi) la linea di base dell'affidabilità naturale della neve è inferiore di 150 m, cioè 1050 m. Per quanto riguarda la Francia, sempre Agarwala (2007), indica una LAN a 1500 m, eccetto per Isère, Savoia e Alta Savoia a 1200 m, per la Germania a 1050-1200 m e per l'Italia a 1500 m.

La LAN attuale delle Dolomiti, media degli ultimi 6 anni (2021-2026) è di 1764 m

di quota, altitudine che risente molto del valore del 2021 (1137 m) rispetto ai 5 anni recenti con una LAN oltre i 1800 m di quota (Fig. 5). Questa quota, determinata con i valori di 7 stazioni, Cencenighe Agordino, Auronzo di Cadore, Cortina d'Ampezzo, Passo Mauria, Andraz, Arabba e Lago di Cavia/Cima Pradazzo, è di poco superiore alla media del trentennio 1991-2020 pari a 1700 m, ma ben 200 m oltre il valore del trentennio 1961-1990. Il trentennio recente è caratterizzato da molta variabilità rispetto al precedente con un graduale aumento dal 1980 al 2002, come indica la media mobile di ordine 5.

Rispetto alle Alpi (Valt, 2026), la LAN delle Dolomiti è inferiore di circa 110 m nel trentennio 1991-2020 e ancor di più nel periodo recente (circa 260 m) ad indicare una maggior nevosità settoriale alle quote più basse rispetto all'andamento generale. In Tabella II sono riportati i valori riassuntivi della LAN per le Alpi e le Dolomiti.

Alcuni lavori più recenti sulla LAN hanno studiato l'impatto dell'aumento della temperatura per la Spagna (Luis Campos et al. 2018), la Svizzera (es. Schmucki et al., 2015) e per l'Austria (es. Olefs et al. 2020), indicando anche i possibili scenari futuri. Gli autori svizzeri (Föhn, 1990, Haeberli e Beniston, 1998) hanno stimato che per un incremento della temperatura media dell'aria di 1°C, la quota della LAN sarebbe aumentata di 150 m.

Valt e Cianfarra (2022) indicano un aumento di circa +1,1°C fra i 2 periodi climatici a cui corrisponderebbe un aumento di quota della LAN di circa 240 m per le Alpi italiane, pari a 218 m per 1°C di aumento della temperatura.

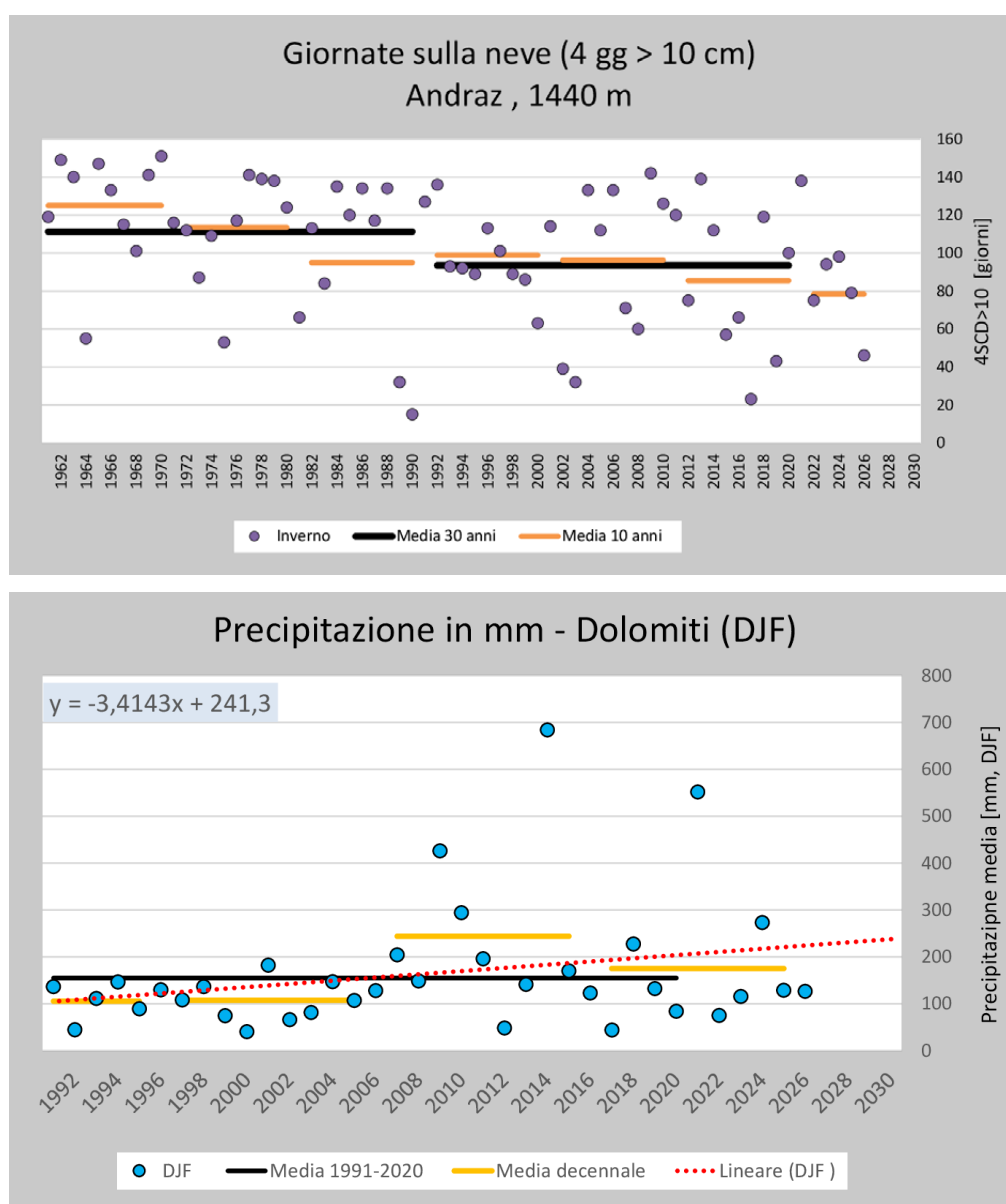
d. Giornate sulla neve (4SCD>10)

Sono state calcolate le giornate da dicembre ad aprile che soddisfano i limiti definiti per lo 4SCD>10 per alcune stazioni a bassa quota, ovvero per la fascia altitudinale dove l'aumento delle temperature, delle piogge su neve e la minor precipitazione nevosa, hanno avuto un impatto maggiore negli inverni. Sono state determinate le giornate medie per trentennio e per decennio al fine di comprendere meglio l'evoluzione.

Nella stazione di misura di Cortina d'Am-

Periodo	Auronzo di Cadore 850 m	Cortina d'Ampezzo 1250 m	Andraz 1440 m
1961-1990	63 giorni	91 giorni	111 giorni
1991-2020	33 giorni	79 giorni	94 giorni
2021-2026	10 giorni	57 giorni	78 giorni

Tab III - Dati riassuntivi dello 4SCD>10 per le stazioni campione



pezzo (Fig. 6), l'elaborazione per decenni evidenzia la maggior presenza di neve nel periodo 1961-1980, una flessione nel decennio 1981-1990 e poi una stazionarietà, per poi crollare nel periodo recente (-20 giorni).

Per la stazione di Auronzo di Cadore, a quota inferiore (Fig. 7), l'andamento è simile, con una maggior flessione nel decennio 1991-2000 caratterizzato da una generale diminuzione delle nevicate su tutto l'arco alpino e da un valore estremamente scarso nel periodo recente. Dalle 60 - 80 giornate degli anni '70 e '80 del secolo scorso, si è

passati a 10 giornate per stagione negli ultimi 6 inverni.

Anche in quota, nella stazione di Andraz a 1440 m (Fig. 8), si evidenzia una riduzione dello 4SCD>10 dai 115-125 giorni del periodo 1961-1980 al decennio più recente (2011-20) con 85 giornate. Il periodo centrale, 1981-2010 non vede grandi variazioni. In generale, fra il periodo 1961-1990 e 1991-2000, la diminuzione è del 13-15% per le stazioni di Cortina d'Ampezzo e Andraz e del 43% per Auronzo di Cadore.

In Tabella III sono riportati i dati riassuntivi delle 3 stazioni campione.

Figura 8 - Giornate sulla neve (4SCD>10) per la stazione di Andraz. Valori medi calcolati per trentennio e per decennio, nel periodo da dicembre ad aprile.

Figura 9 - Andamento delle precipitazioni medie invernali (DJF) in mm di acqua equivalente nelle Dolomiti nel periodo 1991-2026. I punti rappresentano i valori annuali, la linea rossa tratteggiata la tendenza lineare, mentre le linee orizzontali indicano la media climatica di riferimento (1991-2020) e le medie dei decenni considerati.

e. Eventi di pioggia su neve

Sulle Alpi le precipitazioni invernali, come mm di acqua equivalente, non evidenziano particolari tendenze anche se localmente, nelle Dolomiti (Fig. 9) hanno un trend positivo. Tuttavia, nel trentennio 1996-2025, gli spessori di neve al suolo si sono ridotti, la quota della neve sciabile è aumentata, la quantità di neve fresca è diminuita, così come la risorsa nivale SWE si è ridotta (Valt M., 2023). Inoltre, sono aumentati gli episodi di pioggia su neve da dicembre a febbraio (DJF) a tutte le quote (Valt M., 2025) (Fig. 10). Nelle Dolomiti, negli ultimi 10 anni (2016-2025) rispetto ai precedenti (2006-2015) il numero di giornate con precipitazioni (pioggia + neve) sono diminuite del 25 %, da una media di 25 a 19. I giorni con nevicate sono calati da 18 a 12 mentre i giorni

di pioggia sono aumentati di una unità, da 6 a 7. In questa elaborazione sono stati considerati tutti i giorni con almeno 0,2 mm di precipitazione totale e per la neve 1 cm (dati per entrambi i parametri alle ore 8:00 e riferiti alle 24 ore precedenti). Incrociando la quota dello zero termico (ZT12h) alle ore 12 UTC nella libera atmosfera misurata a Campoformido (UD) nelle giornate di precipitazione e i valori di pioggia o neve misurati nella stazione di Arabba, è stato riscontrato un aumento della ZT12h nelle giornate con precipitazioni di ben 240 m nel mese di gennaio e di oltre 420 m nel mese di febbraio (Fig. 11) rispetto al periodo 1996-2005. Nella Fig.11 i diversi valori di quota per mese e decennio. L'aumento di quota è graduale, salvo per il mese di febbraio.

Figura 10 - Numero di giornate con episodi di pioggia sulla neve (ROS) da dicembre a febbraio (DJF) sulle Alpi italiane oltre i 1500 m di quota.

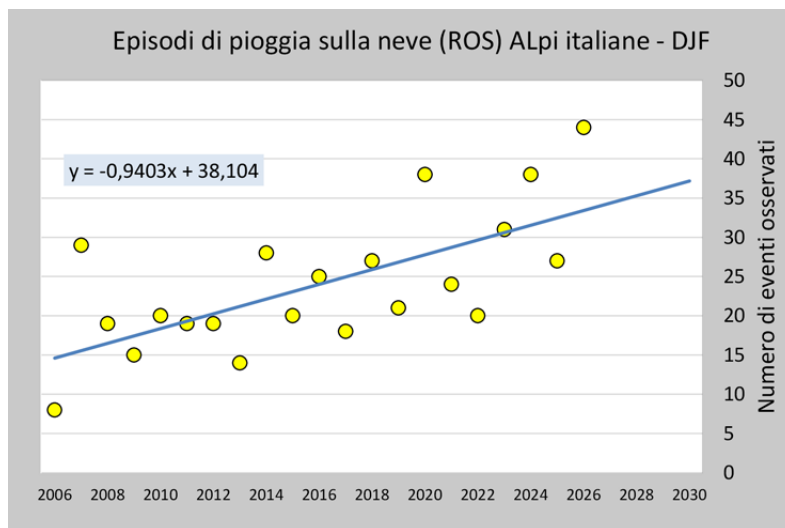


Figura 11 - Quota dello zero termico (ZT12h) alle ore 12 UTC nella libera atmosfera misurata a Campoformido (UD) nelle giornate di precipitazione (pioggia o neve misurati nella stazione di Arabba), per mese e decennio.

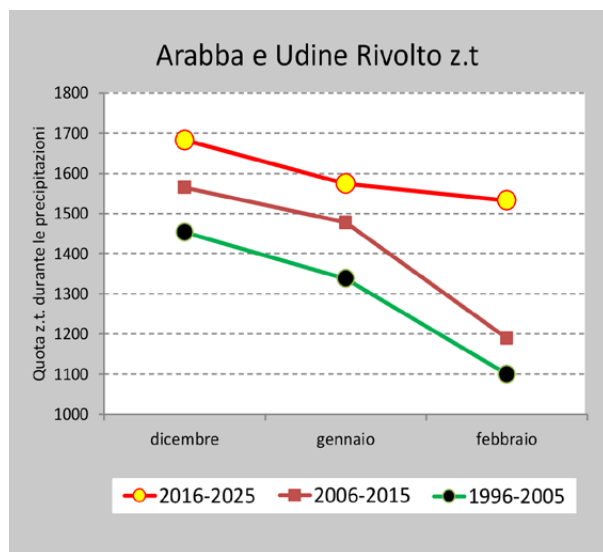
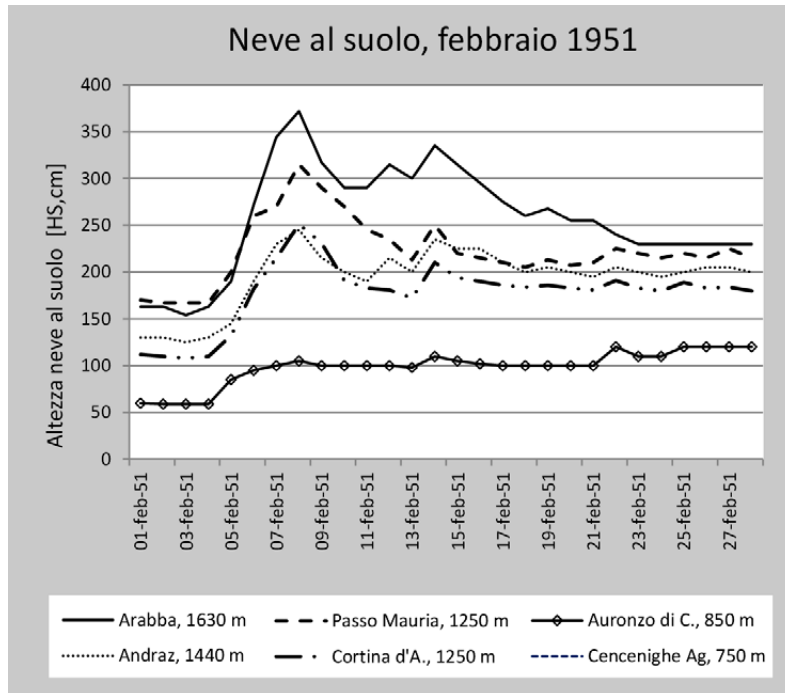


Figura 12 - Altezza della neve al suolo [HS, cm] in alcune stazioni della montagna veneta. Periodo: 1 - 27 febbraio 1951.



ALCUNE NEVICATE DELLE DOLOMITI

In un contesto di diminuzione della precipitazione nevosa, di aumento degli episodi di pioggia e di pioggia sulla neve, di un innalzamento della quota della neve sciabile, etc., nella variabilità meteorologica del periodo attuale, alcuni inverni, anche recenti, sono stati particolarmente nevosi con eventi intensi.

Nel corso degli anni, molti eventi nevosi hanno lasciato un importante ricordo nei racconti orali, come l'abbondante nevicata del 1951 con gallerie scavate nella neve per poter uscire dalle case. Oltre al 1951, ci sono stati altri eventi molto importanti, come nel 1978 quando anche un treno fu travolto da una valanga.

Di seguito vengono proposti alcuni eventi importanti, a partire proprio dall'evento del 1951.

Febbraio 1951

Dal 6 all'8 febbraio 1951 (Fig. 12), la montagna veneta fu interessata da copiose nevicate sciroccali. I dati ufficiali evidenziano, fra il 6 e il 9 febbraio, ben 140 cm di neve fresca a Cortina d'Ampezzo, Arabba, Cencenighe Agordino, Andraz, Passo Mauria a cui seguirono altri 30-50 cm il 14 febbraio. Queste nevicate si aggiungevano ad un manto nevoso già presente con spessori importanti dovuti anche alle nevicate della seconda decade di gennaio. Le cumulate

di HN finali saranno di oltre 18 m di neve fresca sul Passo Valles prossimo a Lago di Cavia/Cima Pradazzo, 11 m a Falcade, 9 m ad Arabba e 7,50 m a Cortina d'Ampezzo (dati ufficiali).

Gennaio 1960

Anche la stagione invernale 1959-1960 è stata in generale molto nevosa con apporti complessivi di oltre 8 metri a 2000 m di quota e di quasi 6 m a Falcade e Cortina d'Ampezzo. Diversi i periodi con apporti importanti in pochi giorni: già a dicembre, a gennaio, a metà febbraio e metà marzo. Il grafico (Fig. 13) evidenzia l'evento del 15-18 gennaio, con apporti importanti anche nei fondivalle.

Gennaio 1969

La stagione 1968-1969 è stata nevosa nella norma, ma caratterizzata da un evento a gennaio particolarmente intenso. Anche in questo caso, come nel 1960, l'episodio cade prima dei "mercanti della neve", ovvero i santi "S. Romedio, S. Antonio e S. Sebastiano", così definiti nella tradizione locale. Fra il 13 e il 15 gennaio (Fig. 14) si misurano 105 cm di neve fresca ad Andraz, Arabba e Lago di Cavia/Cima Pradazzo, 125 cm a Cortina d'Ampezzo, 80 cm a Passo Mauria, mentre alle quote inferiori piove.

Gennaio - febbraio 1978

Dopo il nevoso 1977, anche l'inverno 1978 risulta nevoso e drammatico per certi versi. Dal 10 gennaio a metà febbraio (Fig. 15) si

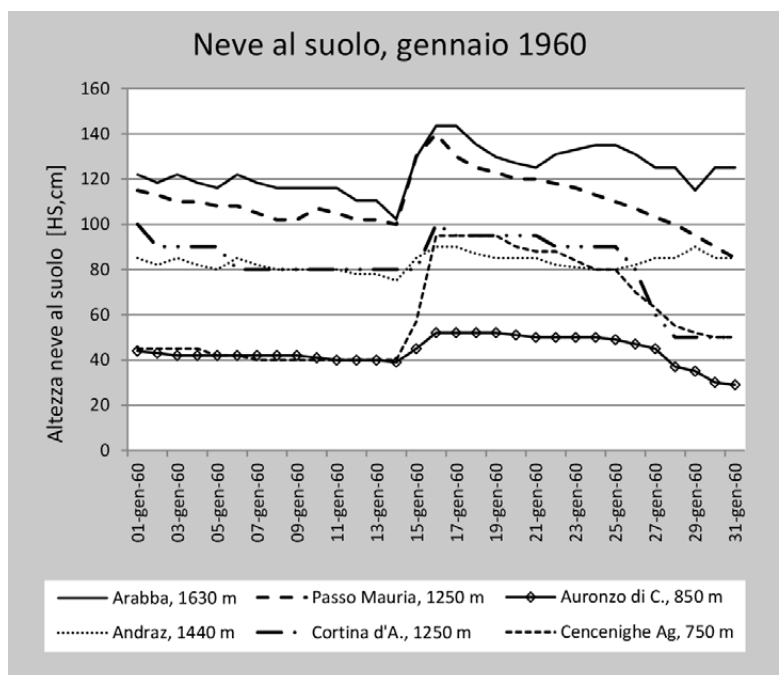


Figura 13 - Altezza della neve al suolo [HS, cm] in alcune stazioni della montagna veneta. Periodo: 1 - 31 gennaio 1960.

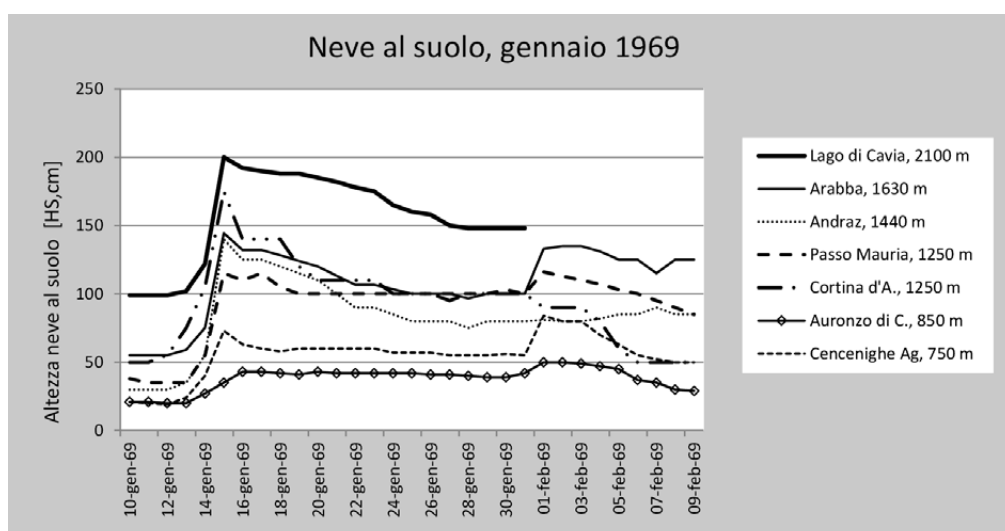
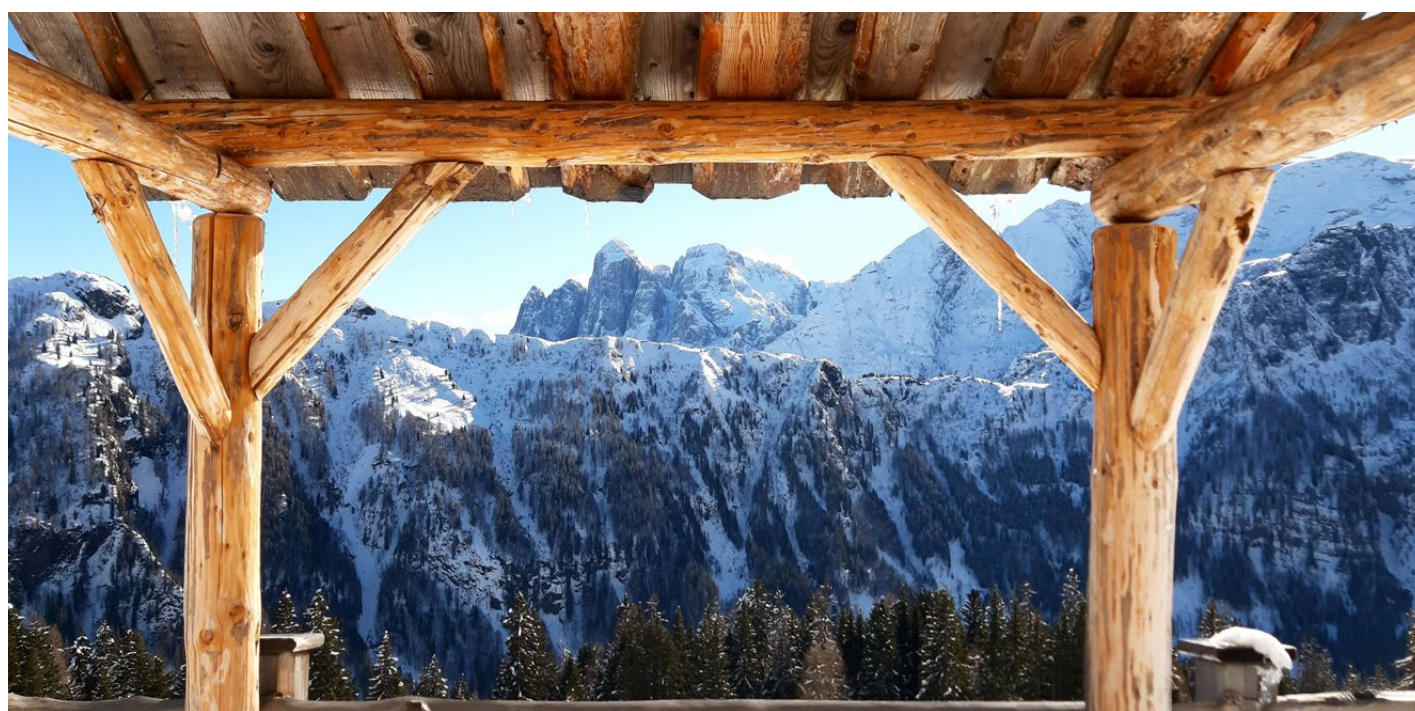
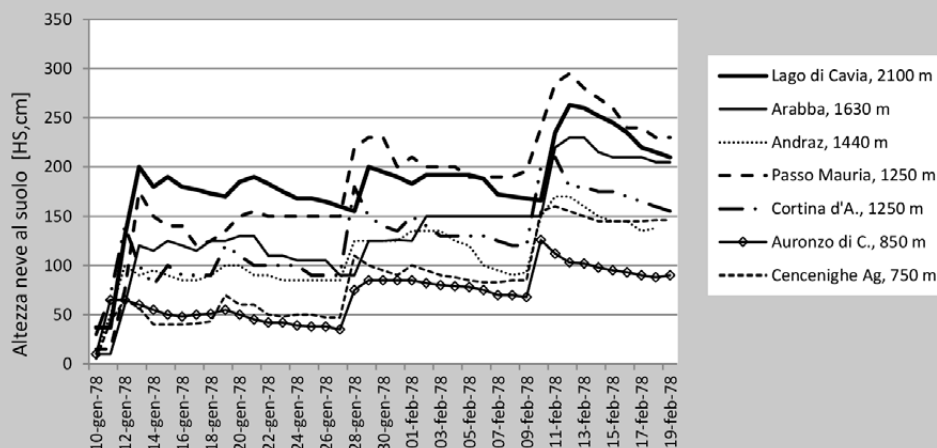


Figura 14 - Altezza della neve al suolo [HS, cm] in alcune stazioni della montagna veneta. Periodo: 10 gennaio - 9 febbraio 1969.



Neve al suolo, gennaio-febbraio 1978



Neve al suolo, gennaio-febbraio 1986

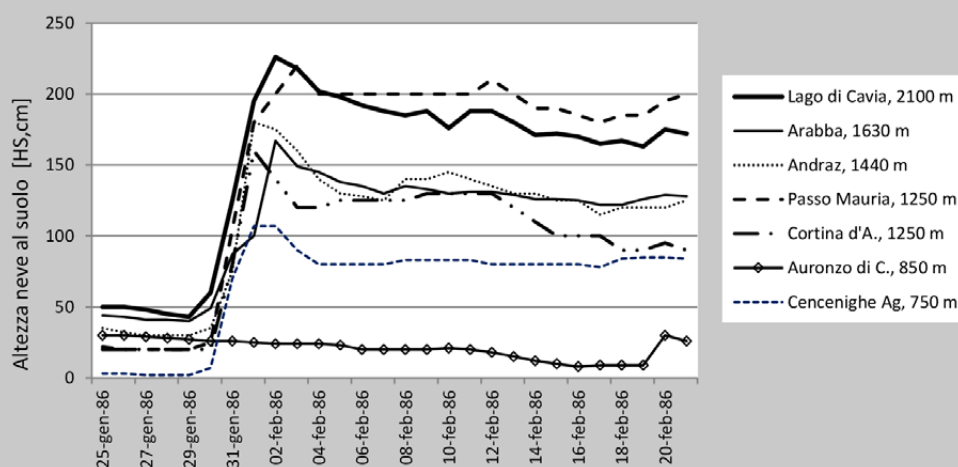


Figura 15 - Altezza della neve al suolo [HS, cm] in alcune stazioni della montagna veneta. Periodo: 10 gennaio - 19 febbraio 1978.

Figura 16 - Altezza della neve al suolo [HS, cm] in alcune stazioni della montagna veneta. Periodo: 25 gennaio - 20 febbraio 1986.



osservano più nevicate a fondovalle, dove la neve raggiunge spessori di oltre 1 m. Le strade dell'Agordino rimangono chiuse per diversi giorni. Si ricorda la valanga che travolse il taxi al Pont dei Castiei, fra Agordo e Belluno causando 4 vittime https://archivio.unita.news/assets/main/1978/02/13/page_004.pdf, e le due valanghe che si abbatterono sul treno Calalzo-Venezia poco sopra Vittorio Veneto la sera del 10 febbraio <https://www.trenibelluno.it/2024/approfondimenti/linee/il-treno-sotto-la-slavina/>.

Gennaio - febbraio 1986

Un importante episodio è quello di fine gennaio 1986, con molte abitazioni travolte soprattutto in Alto Adige e la valanga che travolse il pulmino che stava salendo verso il Passo San Pellegrino nel Comune di Falcade (3 vittime). Fra il 28 gennaio e il 4 febbraio, (Fig. 16), vengono misurati oltre 200 cm di neve fresca a Lago di Cavia/ Cima Pradazzo, 150 cm ad Arabba, e 105 cm a Cencenighe Agordino a 750 m di quota. Anche in questo episodio l'attività valanghiva fu intensa con chiusura di molte strade per parecchi giorni.

Novembre - dicembre 2008

Nei tempi più recenti, l'evento di fine novembre - primi di dicembre (Fig. 17) del

2008 (stagione invernale 2008-2009) è stato particolarmente intenso. Dalla mattinata di venerdì 28 novembre diffuse precipitazioni nevose raggiungono anche i fondivalle e le località di pianura. Gli apporti nevosi sono stati mediamente 35-50 cm nella zona Dolomitica e 25-40 cm nella zona Prealpina. In pianura il manto presenta spessori variabili intorno i 10-15 cm. Nella notte tra il 29 e il 30 novembre il transito di un'ulteriore perturbazione apporta ancora 30-40 cm di neve fresca oltre i 1200 m sulle Dolomiti, e 15-30 cm a 1500 m sulle Prealpi. Fra il 30 novembre e il 1° dicembre, nuove forti precipitazioni nevose con apporti di 35-50 cm a 1500 m. Fra il 10 e il 12 dicembre, nevica ancora con apporti di 70-80 cm nelle Dolomiti settentrionali, (98 cm a Cortina d'Ampezzo) e 80-100 nelle Dolomiti meridionali.

Gennaio - febbraio 2014

L'evento di fine gennaio 2014 - inizi di febbraio (Fig. 18) è uno dei maggiori degli ultimi 100 anni. La neve fresca è molto leggera e ogni giorno nevica anche nei fondivalle 30-40 cm che si assestano rapidamente.

Dal 28 gennaio al 4 febbraio, si misurano 270 cm di neve fresca al Lago di Cavia/

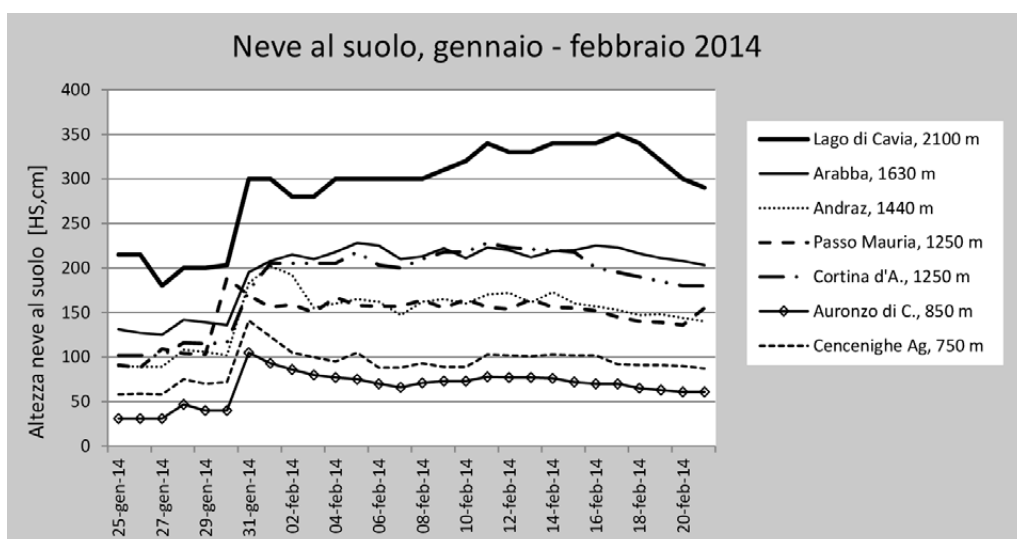
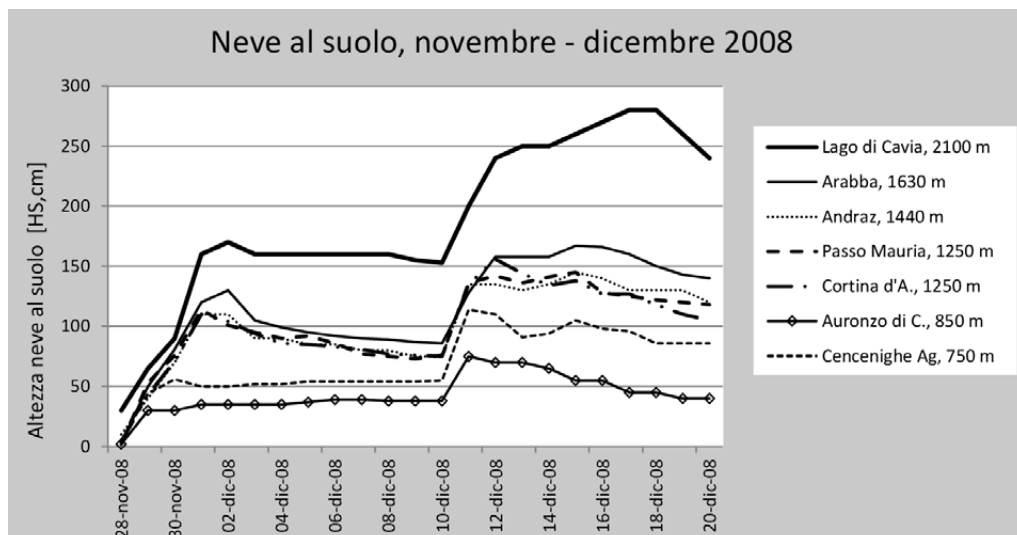


Figura 17 - Altezza della neve al suolo [HS, cm] in alcune stazioni della montagna veneta. Periodo: 28 novembre - 20 dicembre 2008.

Figura 18 - Altezza della neve al suolo [HS, cm] in alcune stazioni della montagna veneta. Periodo: 25 gennaio - 20 febbraio 2014.

NEVE

Cima Pradazzo, 237 cm ad Arabba, 170 cm ad Andraz, 194 cm a Cortina d'Ampezzo, 176 cm a Falcade e ben 90 cm a Cencenighe Agordino.

Durante questa stagione invernale, con le successive nevicate di marzo sono stati raggiunti anche i massimi valori di carico della neve sui tetti riguardanti il periodo 1991-2020.

Dicembre 2020

Dopo il novembre 2019 con oltre 2 m di neve fresca fra il 12 e il 25 del mese a 2000 m, anche la stagione successiva inizia con molta neve nella prima decade del mese di dicembre 2020 (Fig. 19). A Lago di Cavia/ Cima Pradazzo le nevicate apportano 187 cm di neve fresca, ad Arabba 210 cm, 150 cm ad Andraz, 130 cm a Cortina d'Ampezzo, 145 cm a Falcade e quantitativi inferiori

alle basse quote.

Oltre al singolo evento, la criticità si presenta quando le nevicate sono continue e concentrate in pochi giorni. Sulla montagna veneta, si è osservato che la viabilità subisce forti disagi quando si superano i 70 cm di neve fresca in 3 giorni (HS3d) per la difficoltà di tenere aperte le strade, specie quelle secondarie. Nelle nevicate selezionate più recenti questa soglia è stata superata per più giornate consecutive, registrando oltre 100 cm di neve fresca in 3 giorni, ad esempio a Falcade e Cortina, con picchi di 150 cm ad Arabba o i 145 cm storici nel gennaio 1985 a Cencenighe Agordino.

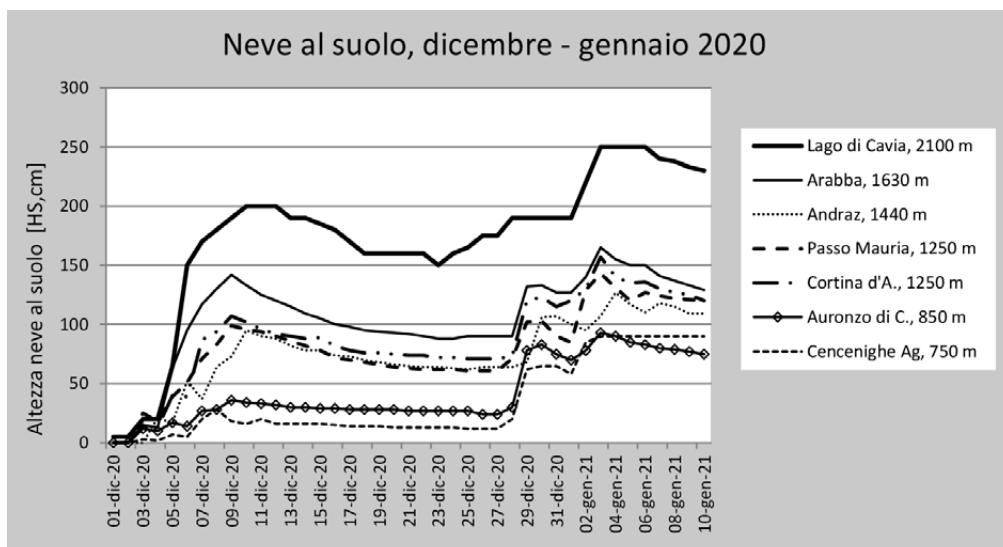
CONCLUSIONI

Nel trentennio recente, la copertura ne-

vosa è in contrazione a livello globale e questo avviene anche sulle Dolomiti Venete. Gli spessori medi del manto nevoso indicano una importante diminuzione soprattutto alle quote inferiori ai 1500 m. Alle quote elevate la riduzione è minore, ma evidenzia un deficit a partire dal mese di febbraio. Anche la precipitazione nevosa è in calo, soprattutto nei mesi di gennaio e marzo alle basse quote e a febbraio-marzo in quota. La minor neve ha determinato anche un innalzamento della quota della neve sciabile e le "giornate sulla neve" sono diminuite in modo importante soprattutto alle basse quote (-30/40 giorni).

Tali modifiche nei regimi delle precipitazioni nevose sono legate anche all'aumento degli episodi di pioggia su neve fino in alta quota durante la stagione invernale. L'aumento delle temperature medie globali ha infatti innalzato la quota del limite pioggia-neve. Il fenomeno è particolarmente evidente nel mese di febbraio negli ultimi dieci anni: la quota delle nevicate ha subito un innalzamento di quasi 500 metri, salendo dai 1000 m ai 1500 m. Tuttavia, in questo contesto, negli ultimi 20 anni sono stati osservati ben 3 inverni molto nevosi (2009, 2014, 2021) che hanno creato criticità sulle Dolomiti al pari di altri eventi documentati negli ultimi 100 anni (es. 1951, 1978, 1986) e ben presenti nella memoria storica.

Figura 19 - Altezza della neve al suolo [HS, cm] in alcune stazioni della montagna veneta. Periodo: 1° dicembre 2020 - 10 gennaio 2021.



BIBLIOGRAFIA

- ▶ Beniston, M. (1997) Variations of snow depth and duration in the Swiss Alps over the last 50 years: Links to changes in largescale climatic forcings. *Clim. Chang.* 1997, 36, 281–300.
- ▶ Buerki R (2000): Klimaaenderung und Anpassungsprozesse im Wintertourismus. Ostschweizerische Geographische Gesellschaft NF H. 6, St. Gallen
- ▶ Campos Rodrigues L., Freire-González J., González Puig A. e Puig-Ventosa I. (2018). Climate Change Adaptation of Alpine Ski Tourism in Spain. *Climate* 2018, 6(2), 29; <https://doi.org/10.3390/cli6020029>
- ▶ Crespi A., Matiu M., Bertoldi G., Petitta M., e M. Zebisch. (2021). A high-resolution gridded dataset of daily temperature and precipitation records (1980–2018) for Trentino-South Tyrol (north-eastern Italian Alps). *Earth Syst. Sci. Data*, 13, 2801–2818, 2021. <https://doi.org/10.5194/essd-13-2801-2021>
- ▶ Cagnati A. (2003). Sistemi di misura e metodi di osservazione nivometeorologici. AINEVA, Trento, 186 pp.
- ▶ Föhn, P.M., 1990. Schnee und Lawinen. In: Schnee, Eis und Wasser in der Alpen in einer waermeren Atmosphaere, Mitteil. VAW/ETH Zuerich, Nr. 108, S. pp. 33–48
- ▶ Haeberli, W. and Beniston, M. (1998) Climate Change and Its Impact on Glaciers and Permafrost in Alps. *Ambio*, 27, 258–265
- ▶ JFC. (2018). Skipass Panorama Turismo. Situazione congiunturale Montagna Bianca Italiana. Modena. Pag. 51 . www.jfc.it IPCC, 2018. Global warming of 1.5°C. In: An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty, <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- ▶ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2018. Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways. Edited by V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, et al. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009157940.
- ▶ ISPRA (2022) Valori climatici normali di temperatura e precipitazione in Italia. ISPRA, Stato dell'Ambiente 99/2022 ISBN 978- 88-448-1120-4
- ▶ Laternser, M., Schneebeli, M., 2003. Long-term snow climate trends of the Swiss Alps (1931–99). *Int J Climatol* 23(7):733–750. doi:10.1002/joc.912
- ▶ Matiu, M., Crespi, A., Bertoldi, G., Carmagnola, C. M., Marty, C., Morin, S., Schöner, W., Cat Berro, D., Chiogna, G., De Gregorio, L., Kotlarski, S., Majone, B., Resch, G., Terzago, S., Valt, M., et al. (2021).. (2021) Observed snow depth trends in the European Alps: 1971 to 2019. *Cryosphere* 15, 1343–1382. <https://doi.org/10.5194/tc-15-1343-2021>
- ▶ Matiu, M., Crespi, A., Bertoldi, G., Carmagnola, C. M., Marty, C., Morin, S., Schöner, W., Cat Berro, D., Chiogna, G., De Gregorio, L., Kotlarski, S., Majone, B., Resch, G., Terzago, S., Valt, M., et al. (2021). Snow cover in the European Alps: Station observations of snow depth and depth of snowfall [Data set]. Zenodo <https://doi.org/10.5194/tc-15-1343-2021>
- ▶ Notarnicola C. (2022). Overall negative trends for snow cover extent and duration in global mountain regions over 1982–2020. *Scientific Reports* | (2022) 12:13731. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16743-w>
- ▶ OECD, 2007. Climate change in the European Alps. S. Agrawala (ed.), OECD Publications, Paris, p. 127.
- ▶ Olefs M., Formayer H., Gobiet A., Marke T., Schoner W. e M. Revesz. (2021). Past and future changes of the Austrian climate – Importance for tourism. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* Volume 34, June 2021, 100395 <https://doi.org/10.1016/j.jort.2021.100395>
- ▶ Shih, C., Nicholls, S., Holecsek, D.F., 2009. Impact of weather on downhill ski lift ticketsales. *J. Travel Res.* 47 (3), 359–372 <https://doi.org/10.1177/00472875083212>
- ▶ Schmucki E., Marty C., Fierz C., Weingartner R. e M. Lehning. (2015). Impact of climate change in Switzerland on socioeconomic snow indices. *Theoretical and Applied Climatology* 127(3–4) DOI:10.1007/s00704-015-1676-7
- ▶ Simma M., Ozgul A., Duchenne F., Ackermann G., Jenny H., Paul Müller J., Kempel A., (2025) Shifting Heights? A 40-Year Resurvey of Alpine Marmot Distribution in Response to Climate Change. *Ecologia ed Evoluzione*, 2025; 15:e71777 <https://doi.org/10.1002/ece3.71777>
- ▶ Steiger R., Posch E., Tappainer G. e Walde J. (2020) The impact of climate change on demand of ski tourism - a simulation study based on stated preferences. *Ecological Economics* 170 (2020) <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106589>
- ▶ Valt M. (2025), Eventi di pioggia su neve (ROS). Neve e Valanghe, n. 98, 16-25 https://aineva.it/wp-content/uploads/Pubblicazioni/Rivista98/NV98_2.pdf
- ▶ Valt M., Cianfarra P., Valt, M. (2022). Neve e Clima sulla Alpi Italiane, Neve e Valanghe n. 96, pag.2-15. https://aineva.it/wp-content/uploads/Pubblicazioni/Rivista96/NV96_07.pdf
- ▶ Valt M. (2023) La risorsa nevosa sulla montagna veneta (SWE). Report SNPA n.36/2023–ISBN 978-88-448-1168-6, Delibera del Consiglio SNPA. 14.07.2023 Doc. n. 213/23. https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2023/07/Rapporto_clima_SNPA_2022_14_07_23.pdf
- ▶ Valt M., Crepaz G, (2026). Valori progettuali del manto nevoso per la montagna veneta, ARPAV, 30 pp
- ▶ Valt M. (2026). Andamento della stagione invernale 2025-2026 sulle Alpi italiane, Neve e Valanghe- Rendiconti stagionali, in stampa
- ▶ Wielke, L.M., Haimberger, L., Hantel, M., 2004. Snow cover duration in Switzerland compared to Austria. *Meteorol Z* 13(1):13–17. doi:10.1127/0941-2948/2004/0013-0013
- ▶ Zehnder M., Pfund B., Svoboda J., Marty C., Vitasse Y., Alexander J., Hille Ris Lambers J., Rixen C. (2025). Snow Height Sensors Reveal Phenological Advance in Alpine Grasslands. *Global Change Biology*, 2025; 31:e70195 1 of 17 <https://doi.org/10.1111/gcb.70195>