



REGIONE LOMBARDIA

Susanna Grasso, Matteo Fioletti

Centro Nivometeorologico ARPA Lombardia- Bormio

Rendiconto:

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

"Una stagione di accumulo eccezionalmente secca e caratterizzata da temperature frequentemente superiori alla media"

INTRODUZIONE

Dai dati complessivamente raccolti, l'inverno 2021-2022 si è confermato marcatamente mite e secco; caratterizzato per diversi mesi da un'anomalia negativa di precipitazione (in particolare tra gennaio e marzo) e da temperature frequentemente sopra la media del periodo. La scarsità di precipitazioni nevose e le lunghe fasi di anomalia termica positiva verificatesi nell'inverno 'astronomico' hanno determinato spessori del manto nevoso inferiori alla media già a partire dal mese di gennaio (Fig. 1) che hanno poi raggiunto a fine marzo valori minimi storici per alcune stazioni.

Lo scarso innevamento ha determinato un impatto significativo anche dal punto di vista dei quantitativi di risorsa idrica stoccati sotto forma di neve (SWE) che, già a partire da febbraio, si sono attestati vicini ai minimi registrati negli ultimi 15 anni (Fig. 2).

In figura 1 è possibile, osservando l'andamento dell'innevamento per diverse stazioni automatiche distribuite su tutti i settori alpini lombardi a diverse quote, constatare l'anomalia negativa di neve al suolo riscontrata già a partire dall'inizio del nuovo anno.

Dall'analisi del cumulo di neve fresca stagionale, effettuata prendendo in considerazione 7 stazioni storiche manuali distribuite lungo tutto l'arco alpino lombardo (Fig. 3) si può notare come in tutte le stazioni di riferimento si sia registrato un deficit annuale, rispetto alla media degli ultimi quarant'anni, molto marcato.

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 dagli operatori (Modello 1 - AINEVA).

Nel capitolo seguente vengono riportati, divisi per mesi, gli aspetti e gli eventi meteorologici principali che hanno caratterizzato la quantità e la stabilità del manto nevoso durante la stagione invernale 2021-2022.

EPISODI NIVOMETEOROLOGICI, EVOLUZIONE E STABILITA' DEL MANTO NEVOSO

Ottobre 2021

Tra ottobre e novembre sono stati registrati quelli che si sono poi rivelati i principali apporti nevosi della stagione. Ottobre 2021 è stato un mese soleggiato ma con temperature leggermente inferiori alla media.

Le prime nevicate della stagione in Lombardia si sono registrate tra il 5 e il 6 ottobre quando una fase di intenso maltempo ha portato, oltre i 1800m, neve fresca tra i 15 e i 50 cm (Fig. 4). I massimi accumuli nevosi sono stati registrati oltre i 2500m di quota (Passo Marinelli). Le nevicate sono state accompagnate da vento forte che ha portato alla formazione di lastroni soffici nelle zone favorevoli al deposito.

Escludendo quest'unico evento di precipitazione, anche se abbondante, il mese è stato asciutto. Solo con questi apporti le somme di precipitazione sono state nella media mensile. A fine ottobre permaneva neve residua solo oltre i 2800-3000m di quota circa (Fig. 5).

Novembre 2021

Il mese di novembre si è presentato un mese ricco di apporti nevosi grazie al quale l'altezza di neve al suolo è

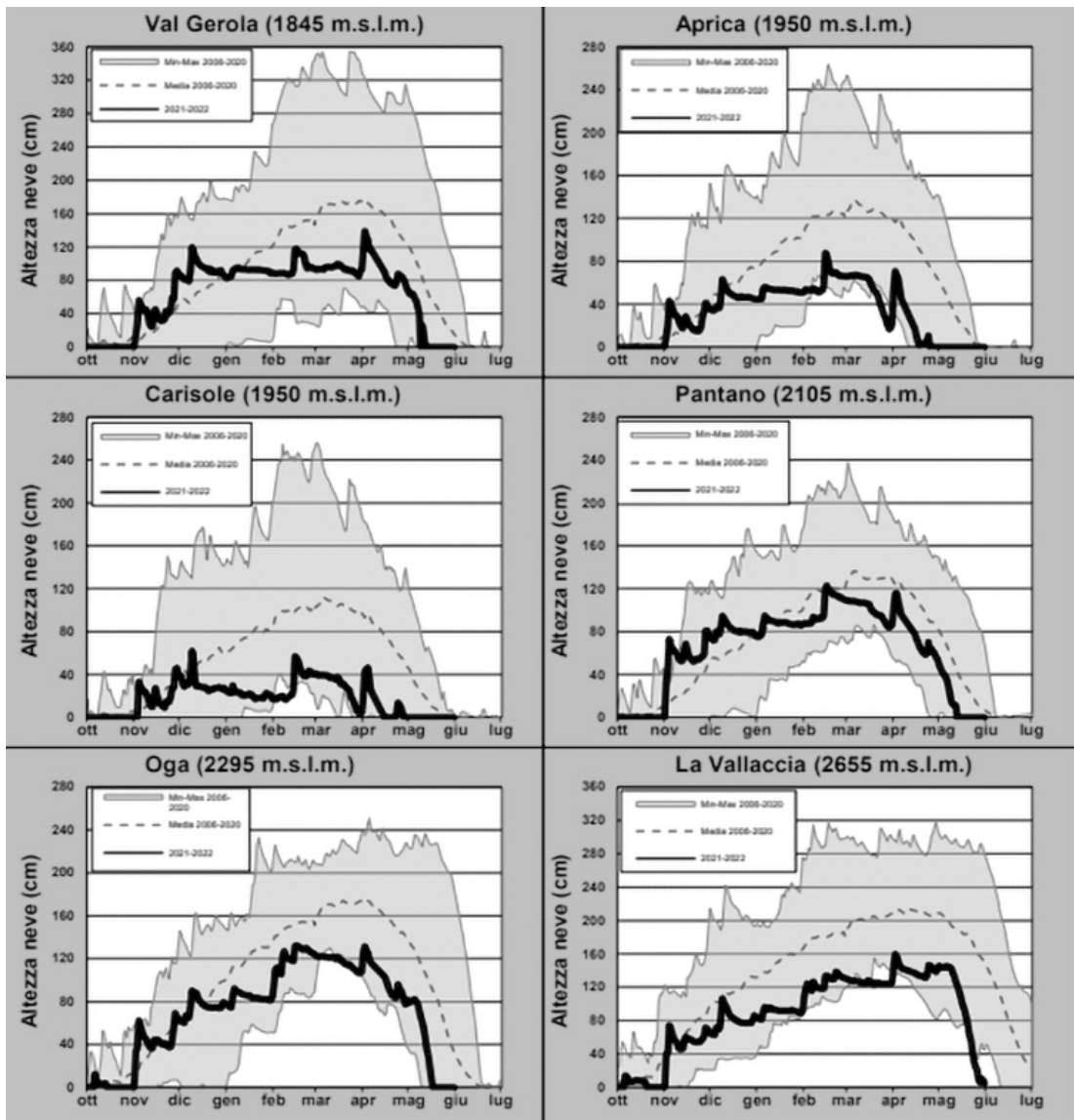


Fig. 1 - Andamento dello spessore di neve al suolo per diverse stazioni automatiche di riferimento durante la stagione invernale 2021-2022 (linea nera continua), confrontato con i valori minimi, massimi e medi misurati a partire dal 2006.

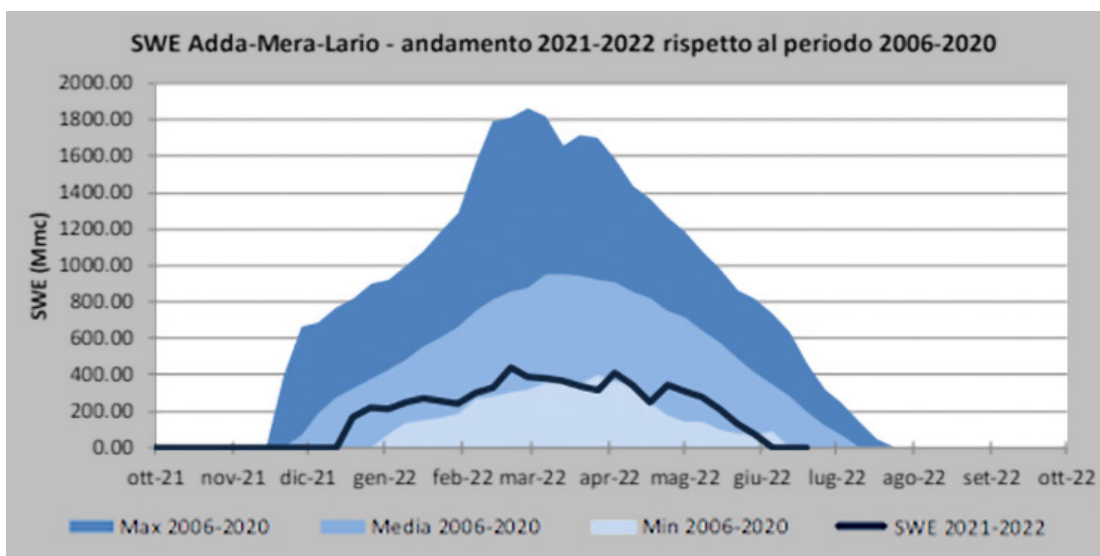


Fig. 2 - Stima potenziale dell'equivalente idrico della neve (espresso in milioni di metri cubi, Mmc), calcolata tramite spazializzazione delle stime puntuali e l'incrocio tematico con mappe di innevamento derivate da classificazione delle immagini satellitari, per il Bacino idrografico montano Adda-Mera-Lario.

risultata in linea o superiore alla media del periodo (Fig. 6). I principali apporti sono stati registrati nelle giornate del 1° novembre, tra il 3-4 ed il 13-14 (Fig. 7) principalmente sui settori occidentali alpini e prealpini (oltre i 1800 m di

quota) e tra il 25 e 28 novembre con un fenomeno non intenso quanto i precedenti ma continuativo su tutti i settori montani. Significativa, durante quest'ultimo evento, è stata l'attività eolica che ha determinato la formazione

RELAZIONI

di diffusi lastroni soffici da vento. La fine di novembre e l'inizio di dicembre sono stati contraddistinti da venti sostenuti dai quadranti nord-occidentali che hanno determinato una significativa redistribuzione della neve con formazione di accumuli e zone erose, anche fino al suolo, in prossimità delle creste.

Approfondimento – novembre

Il primo novembre un minimo barico transitante sull'Italia settentrionale ha causato precipitazioni diffuse sulla Lombardia che hanno avuto, sulle aree alpine, carattere nevoso più significativo oltre i 1700 metri, e misto fino a 1300 metri. Gli accumuli sono stati abbastanza unifor-

Fig. 3 - Confronto per alcuni campi neve/stazioni di rilevamento manuale (Modello 1 - AINEVA) tra il cumulo di neve fresca stagione misurato durante la stagione 2021-2022 ed il valor medio.

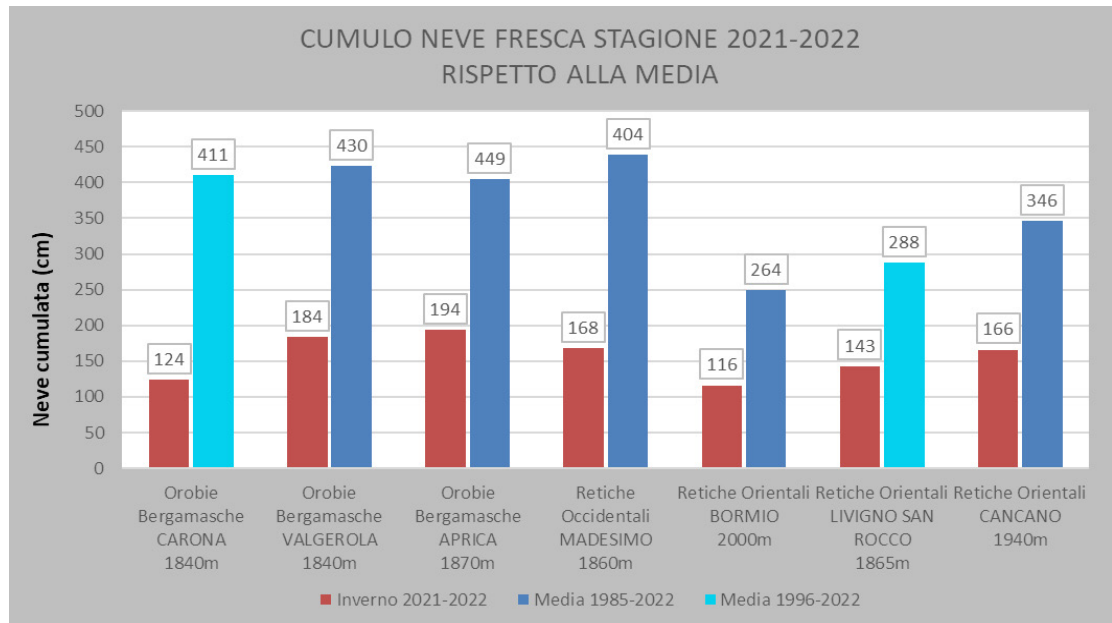


Fig. 4 - Precipitazione giornaliera misurata dal radar di MeteoSvizzera il 5 e il 6 ottobre 2021.

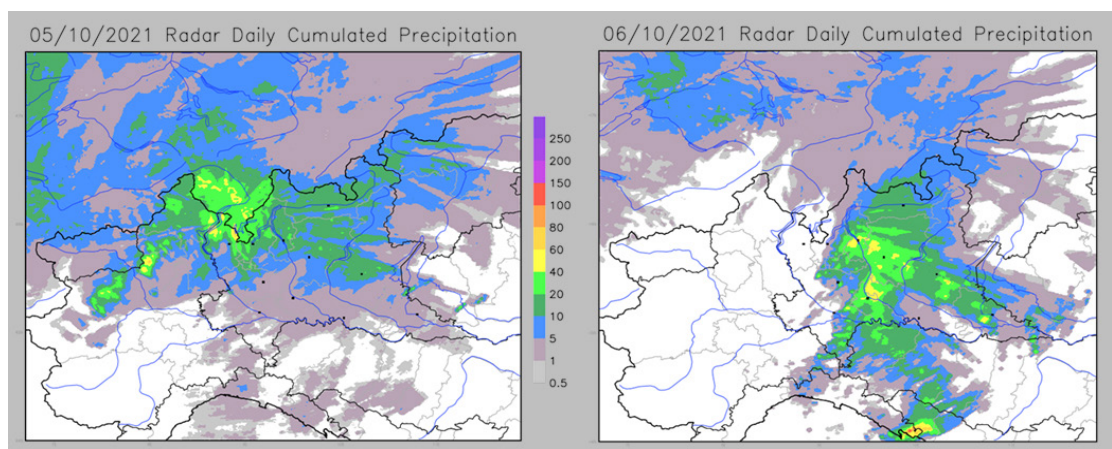
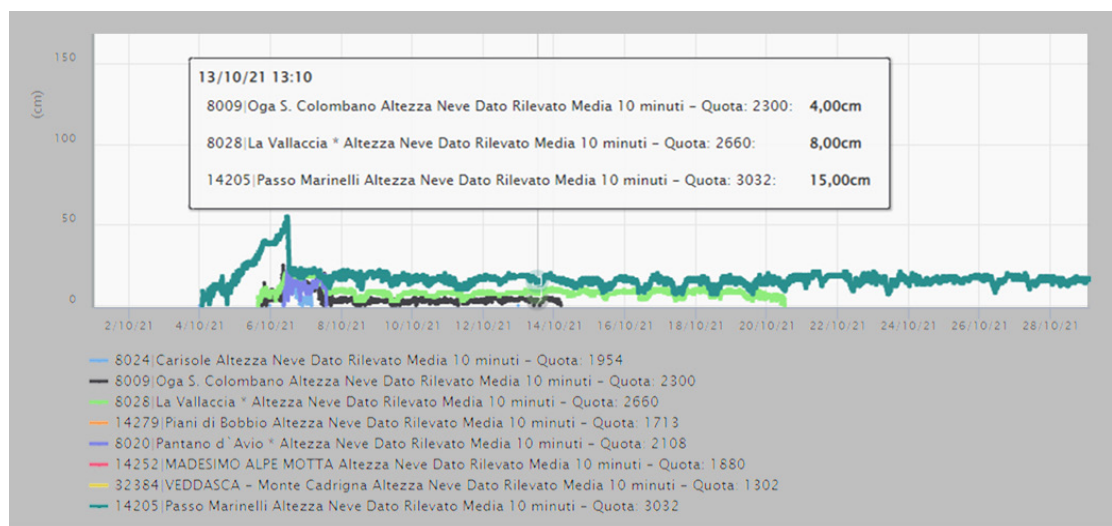


Fig. 5 - Altezza di neve al suolo (cm) misurata nel mese di ottobre 2021 per alcune stazioni automatiche della Rete di ARPA LOMBARDIA.



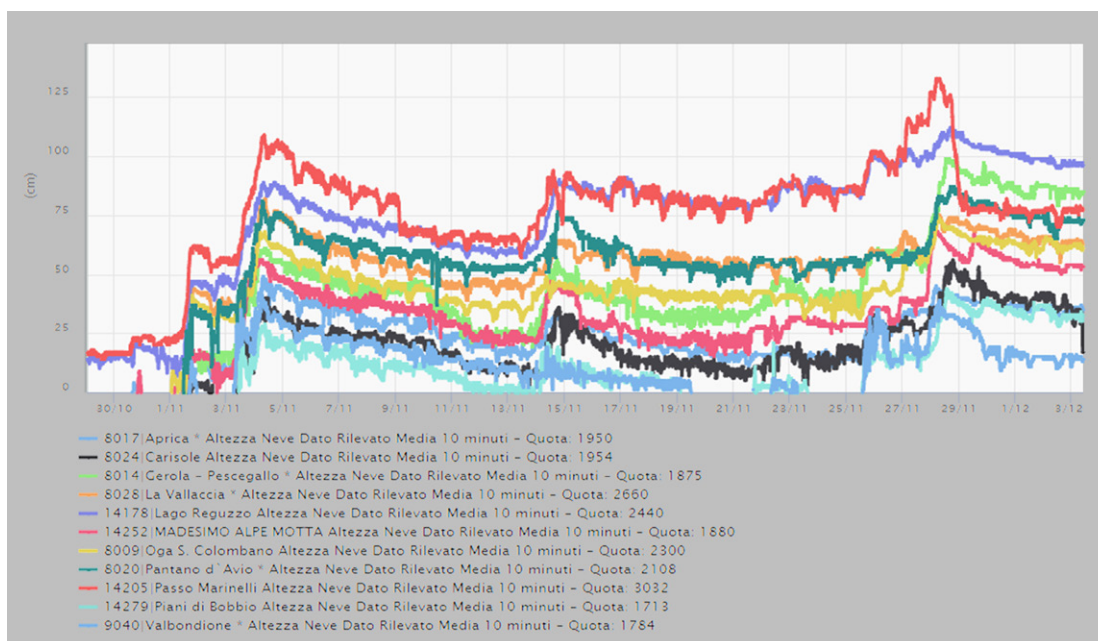


Fig. 6 - Altezza di neve al suolo (cm) misurata nel mese di novembre 2021 per alcune stazioni automatiche della Rete di ARPA LOMBARDIA.

mi sui settori alpini, attestandosi a 30- 40 centimetri. La ventilazione durante l'evento è stata settentrionale, con intensità generalmente debole e caratterizzata solo localmente da isolate raffiche più intense alle quote più elevate. Dal punto di vista nivologico il manto nevoso si presentava distribuito in modo disomogeneo con creste e dorsali erose e maggiori accumuli localizzati sottovento; stabilità generalmente buona, favorita anche dalla rugosità basale dei pendii (prima neve di stagione).

Seguono, nella giornata del 3 novembre fino alla mattinata del 4, precipitazioni diffuse a carattere prettamente nevoso sulle Alpi al di sopra dei 1500 metri e sulle Prealpi al di sopra dei 1800 metri (temporaneamente e localmente scese fino attorno ai 1000 metri dove hanno generato accumuli minori). In quota gli accumuli sono stati abbastanza uniformi sulle aree Alpine e Prealpine e si sono attestati tra i 30cm (accumulo massimo sotto i 1700) e i 50 cm (Figg. 8 e 9). Mentre in quota le nevicate sono state prevalentemente asciutte, a quote più basse, al di sotto dei 1500 metri, si sono presentate miste ad acqua. La neve fresca per azione del vento è andata a depositarsi in maniera irregolare su precedenti lastroni a debole/media coesione.

Il 13/11/21 un'area di bassa pressione in quota, proveniente dalla Germania, ha portato nuove nevicate sui rilievi alpini e prealpini oltre i 1800 metri, con maggiore interessamento dei settori centro-occidentali (orobici e retici occidentali) con accumuli di 20-50 centimetri; accumuli minori in Adamello (20-40 cm) e inferiori ai 20 cm sulle Retiche centrali e orientali. Il limite delle nevicate ha oscillato tra i 1700 m e i 2200 m circa comportando, in questa fascia altimetrica, un forte indebolimento del manto nevoso che ha determinato il distacco di valanghe spontanee

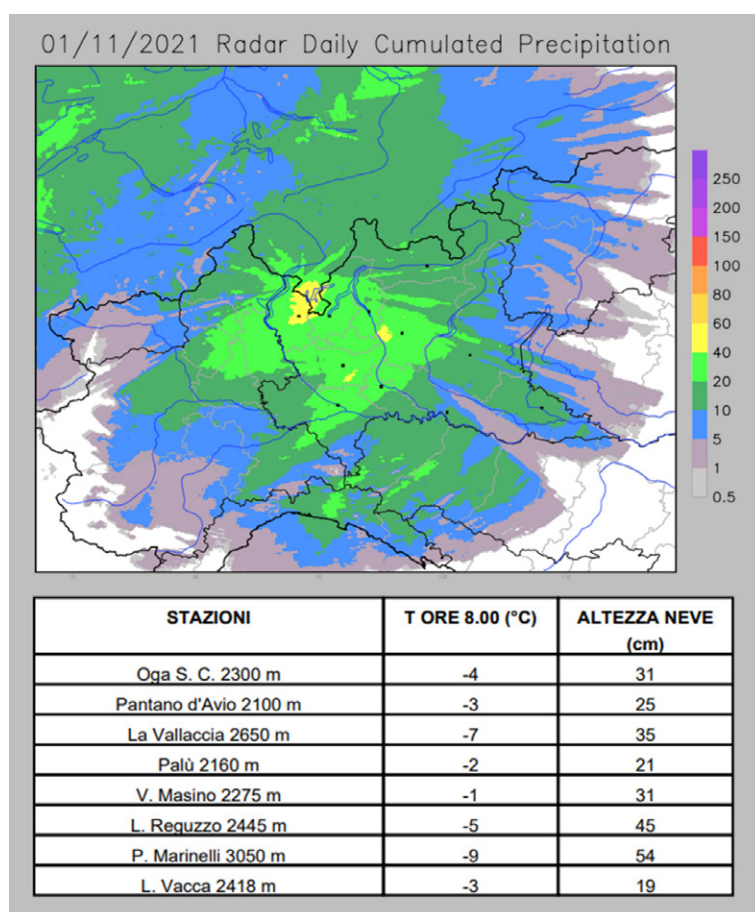


Fig. 7 - Precipitazione giornaliera registrata dal radar e altezza neve al suolo rilevata presso alcune stazioni automatiche della rete in concomitanza dell'evento del 1 novembre.

di fondo di neve bagnata di medie dimensioni. Sui pendii più in ombra in quota la nuova neve si è depositata su strati superficiali brinati non favorevoli all'ancoraggio. Successive giornate caratterizzate da tempo stabile prevalentemente soleggiato e miti temperature hanno determinato alle quote medio-inferiori e sui versanti in quota meridionali un consolidamento del manto nevoso e la formazione di croste da rigelo notturno; mentre sui

Fig. 8 - 04/11/2021,
Accumuli da vento,
Livigno, RETICHE
ORIENTALI.



Fig. 9 - 04/11/2021,
Condizione
dell'innevamento
in Val Tartano, OROBIE.



versanti in ombra, soprattutto alle quote più elevate, si sono mantenute condizioni di minore stabilità.

A fine mese, tra il 25 e il 28 novembre, un vortice di bassa pressione in discesa dal Mare del Nord ha portato aria fredda di origine artica e nuove precipitazioni a carattere nevoso su Alpi e Prealpi, anche al di sotto dei 1000 metri. A 2000 m di quota si sono registrati mediamente 20-30 cm di neve fresca su tutti i settori montani lombardi. Questa si è depositata su terreno scoperto fino a 2200-2500 m sui quadranti meridionali e a 1700-2000 m su quelli settentrionali. Il persistere di forti e freddi venti da Nord ha determinato un importante rimaneggiamento del manto nevoso con la formazione di diffusi lastroni soffici e a me-

dia coesione con deboli legami col manto nevoso preesistente, soprattutto sui pendii più in ombra in quota (Fig.10).

Dicembre 2021

Dopo un novembre promettente e ben innevato è seguito un mese di dicembre che, ad esclusione della nevicata dell'8/12, si è presentato come un mese eccezionalmente "secco" con apporti nevosi sotto la media del periodo e caratterizzato, a partire dal 11/12 (data fino alla quale le temperature si sono presentate in linea con la media del periodo), da episodi e condizioni di foehn e temperature miti. Alla perturbazione di fine novembre seguono giornate caratterizzate da cielo nuvoloso, basse temperature, vento

da moderato a forte e con locali debolissime precipitazioni nevose al di sopra degli 800 metri. Queste non hanno modificato significativamente le condizioni del manto nevoso ma hanno reso più critica la condizione di pericolo valanghe andando a mascherare i diffusi e fragili lastroni da vento presenti. Il mese di dicembre e la contestuale regolare emissione del bollettino Neve e Valanghe si sono quindi aperti con una condizione delicata (GRADO 3 MARCATO su Retiche Occidentali, Retiche Centrali, Retiche Orientali, Adamello), caratterizzata dalla presenza di recenti e diffusi lastroni a media ed elevata coesione molto fragili che presentavano deboli legami con il manto nevoso vecchio, caratterizzato da cristalli in ricostruzione a debole coesione. Una nuova nevicata diffusa di moderata intensità l'8 dicembre, con quota neve variabile nel corso della giornata tra i 100 e i 700 metri sulle aree Alpine e Prealpine, ha portato accumuli (al di sopra degli 800 metri) tra 15-40 centimetri, con valori maggiori sui settori Orobici e sulle Retiche vicino al confine. Dal punto di vista nivologico i lastroni di neoformazione, caratterizzati da coesione da debole a moderata, diffusamente distribuiti su tutti i pendii a qualsiasi esposizione e precariamente collegati con gli strati deboli sottostanti, hanno portato all'emissione di un grado di pericolo valanghe 3-MARCATO su Retiche, Adamello, Orobic e Prealpi Lariane; 2-MODERATO sui restanti settori prealpini e appenninici.

A parte l'evento dell'8 dicembre, il tempo a seguire è stato spesso soleggiato, senza precipitazioni e con temperature miti anche in quota che hanno favorito il consolidamento

del manto nevoso e la stabilizzazione degli strati superficiali fino ai 2500-2600 metri con una evoluzione positiva in termini di stabilità su tutte le esposizioni.

In situazioni localizzate si rendeva necessario prestare attenzione al distacco in presenza di vecchi lastroni sui versanti ripidi a nord e in punti pericolosi (cambi di pendenza, zone di raccordo tra lastrone e pendio). Alle basse quote

Fig. 10 - 30/11/21, Monte Rocca - Livigno (SO), Criticità legate alla presenza di lastroni da vento e neve ventata.

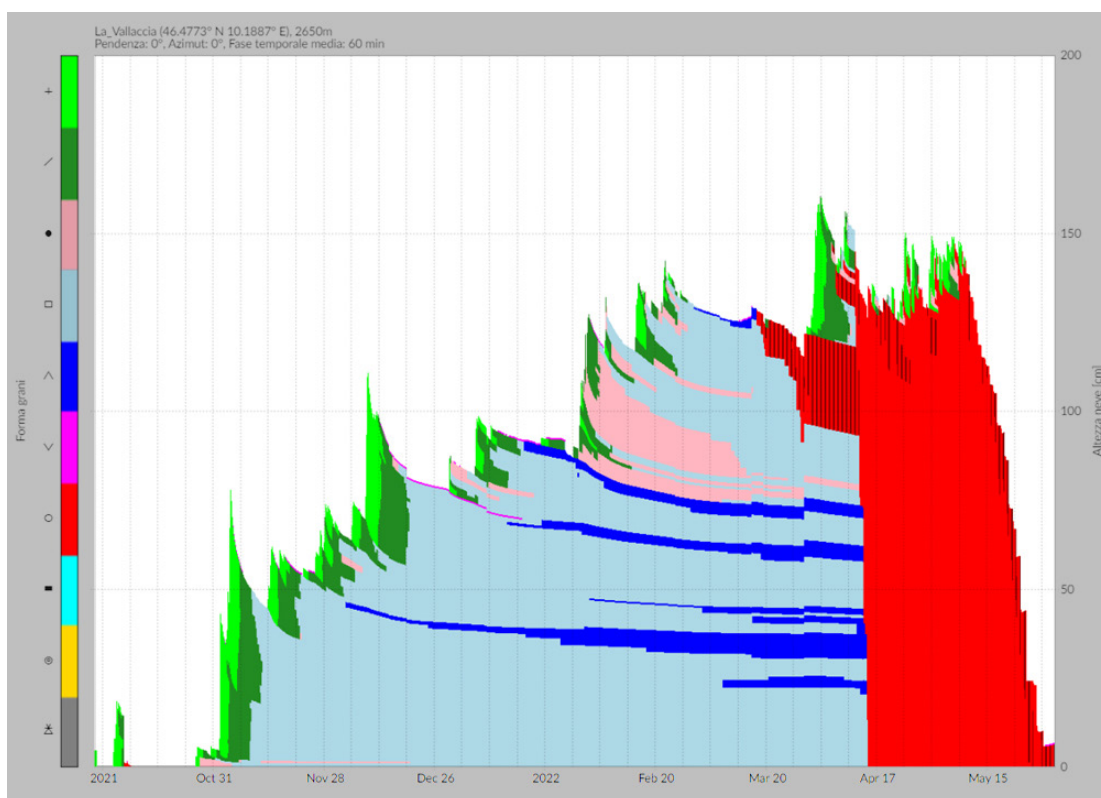


Fig. 11 - Profilo del manto nevoso simulato con il software SNOWPACK per la stazione di La Vallaccia in Valtellina, RETICHE ORIENTALI (2650 m s.l.m). Non si consideri la simulazione oltre la metà di Aprile.

prealpine e appenniniche il manto nevoso si presentava caratterizzato da croste da fusione e rigelo generalmente portanti, in temporaneo indebolimento durante le ore più calde nei pendii a sud con pericolo di scaricamenti di neve bagnata. Nella seconda metà del mese il pericolo di valanghe è diminuito costantemente.

Verso la fine del mese il tempo è tornato ad essere più instabile con un fronte caldo da nordovest che tra il 28 e il 29 ha portato sulle Retiche deboli precipitazioni completamente a carattere nevoso solo oltre i 2200 m di quota, con apporti massimi tra i 10 e 15 cm. La ventilazione sostenuta che ha accompagnato la fase perturbata ha portato alla deposizione in modo irregolare della nuova neve in quota con conseguente formazione di nuovi lastroni soffici. Al di sotto dei 2000-2200 m di quota le precipitazioni piovose e l'ulteriore innalzamento delle temperature hanno determinato un sensibile indebolimento del manto nevoso. Seguono, nei giorni immediatamente successivi (ultimi giorni del mese di dicembre e primi di gennaio), giornate soleggiate ed un ulteriore aumento delle temperature (zero termico mediamente intorno ai 3500 m) che portano alle quote più basse all'inumidimento degli strati superficiali con la formazione di croste da fusione e rigelo che rimarranno inglobate nel manto nevoso sino a primavera; in quota alla formazione di brine superficiali che verranno ricoperte con la prima nevicata del mese di gennaio (Fig. 11-12).

Gennaio 2022

Anche il mese di gennaio 2022 è stato caratterizzato da anomalie di precipitazioni negative, salvo scarsi e localizzati apporti nevosi la prima settimana del mese (episodio 5 gennaio), da temperature miti persistentemente superiori alla media del periodo (ad esclusione di 2-3 singoli casi) e da una frequente e sostenuta attività eolica. Su tutto il territorio si è evidenziato uno scarso innevamento, estremamente variabile a seconda dell'esposizione e, in quota, a seconda dell'azione del vento. Dal punto di vista del pericolo valanghivo, le criticità sono state principalmente legate, in quota, alla presenza di nuovi accumuli per il forte rimaneggiamento da parte del vento o croste da rigelo inglobate. Gli strati superficiali del manto sono stati caratterizzati per lo più da diffuse croste dure da vento e da croste da fusione e rigelo e, solo nelle zone più riparate in ombra, da neve a debole coesione. Sulle Prealpi e alle quote più basse l'innnevamento si è presentato scarso ed il manto nevoso generalmente stabile; solamente sui versanti più in ombra in quota erano presenti vecchi strati deboli che, nelle situazioni più sfavorevoli, si indicava potessero cedere con forte sovraccarico. Alle quote più elevate, l'esiguo spessore di neve al suolo ha determinato l'instaurarsi di gradienti termici medio elevati e duraturi che hanno indotto un metamorfismo costruttivo spinto. A partire dal mese di gennaio, e come si dedurrà in seguito sino a fine marzo, si sono formati dunque cristalli sfaccettati e brina di fondo

Fig. 12 - Profilo del manto nevoso simulato con il software SNOWPACK per la stazione di Gerola- Pescegallo in Val Gerola, OROBIE (1954 m.s.l.m.). Non si consideri la simulazione oltre la metà di Aprile.

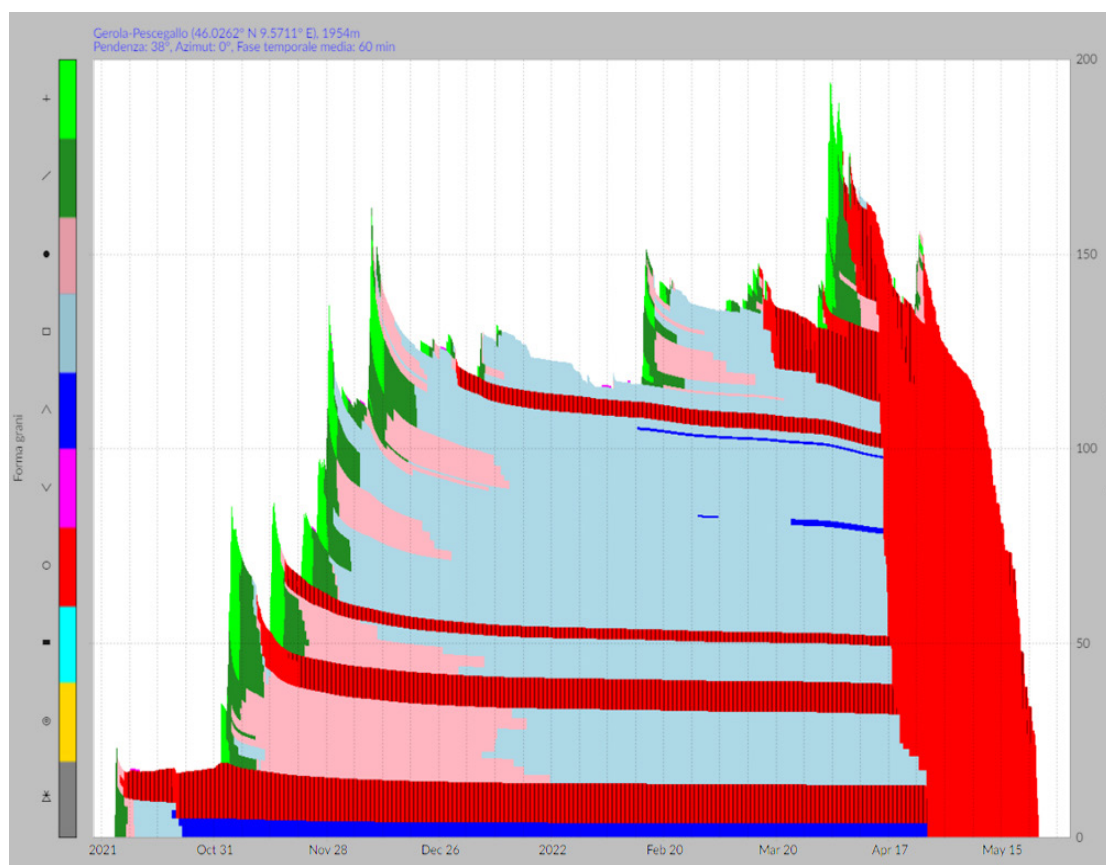




Fig. 13 - 12/02/22, Distacco di valanghe a lastroni spontanee a quota 2300 m circa, versante rivolto a EST, Oga - VALTELLINA - RETICHE ORIENTALI.

che si sono accresciuti in modo considerevole e che sono rimasti ben riconoscibili fino a primavera.

Approfondimento: 5 gennaio

Rinforzo dei venti settentrionali dal pomeriggio-sera con raffiche in quota anche molto forti su Retiche e vento in pianura all'ovest. Limite delle nevicate intorno a 1200-1300 metri, in abbassamento nella giornata fino a 800 metri. Sono stati registrati mediamente 20-30 cm di neve fresca oltre i 2000 metri di quota su Retiche, Adamello e Orobic; quantitativi inferiori sui restanti settori. Nelle zone altimetricamente più basse (Prealpi Varesine e Appennino Pavese) le nuove nevicate si sono depositate su terreno vergine, ricostituendo un minimo di accumulo nivale. Alle quote intermedie la neve fresca si è depositata su un manto profondamente trasformato, di esiguo spessore, ma caratterizzato dalla presenza di croste da fusione e rigelo superficiali, lisce, non predisponenti all'ancoraggio. Alle quote più elevate la situazione è rimasta variegata, in quanto il manto pregresso risultava irregolarmente distribuito (con ampie zone erose alternate alla presenza di lastroni poggianti su orizzonti deboli); qui la nuova neve è andata a mascherare situazioni di potenziale pericolo localizzate soprattutto nei pendii a nord e nelle zone sottovento.

Febbraio 2022

Febbraio è stato un mese caratterizzato da un'intensa attività eolica che ha portato ad un forte rimaneggiamento della neve al suolo, da limitati apporti nevosi e da un'altezza neve al suolo complessivamente prossima ai minimi

del periodo. I problemi principali in quota, in particolare su Retiche e Adamello, sono quindi stati legati all'instabilità di lastroni da vento di neoformazione, aventi da debole a moderata coesione e spessori molto variabili, poggianti sui versanti esposti a Nord e nelle zone rimaste in ombra su strati basali sgranati e privi di coesione (cristalli ricostruiti, calici, brine) e alla presenza di strati deboli persistenti (vecchi lastroni da vento) e alla fragilità degli strati basali. Su terreno orobico la neve fresca e riportata dal vento si è poggiata su un manto consolidato, caratterizzato da strati superficiali duri, a tratti anche ghiacciati, sfavorevole alla coesione e rappresentante l'orizzonte debole per l'origine di distacchi sia spontanei che provocati.

Durante la prima metà di febbraio (tra il 2 e il 3 febbraio ed il 14 e 15 febbraio) sui settori alpini si sono registrate diverse precipitazioni nevose, per lo più accompagnate o immediatamente seguite da intensa attività eolica con la conseguente ridistribuzione irregolare della neve su molti pendii oltre il limite boschivo e con la formazione di nuovi accumuli e lastroni da vento (Fig. 13). Aumenta, per problemi legati alla neve ventata, il grado di pericolo valanghe. I due episodi hanno portato mediamente ad accumuli di neve fresca che hanno rappresentato complessivamente i quantitativi dell'intero mese, tra i 30 e i 40 cm. Tuttavia, nonostante tali apporti l'altezza di neve al suolo è risultata al di sotto delle medie stagionali ed è andata via via diminuendo durante l'arco del mese risultando praticamente assente sui versanti esposti a sud su Orobic, Prealpi e settori alpini al di sotto dei 2000m; in forte deficit anche alle altre esposizioni e fortemente eterogenea su Retiche e Adamello.

Fig. 14 - 23/03/22,
Scarso innevamento a
Pizzo Tambo (SO),
3200 m s.l.m. circa.



Fig. 15 - 16/03/22,
Fenomeno del così detto
"zoccolo sotto gli sci"
dovuto alla forte umidità
della neve qui riscontrata
ancora a circa 2900 m
di quota, Monte Garone,
RETICHE ORIENTALI.

Marzo 2022

Il mese di marzo si è presentato come un altro mese eccezionalmente secco con assenza di significativi apporti nevosi e temperature medie generalmente sopra la media, in particolare per le quote più elevate (es. Stazione di Livigno – La Vallaccia 2660 m s.l.m.). L'altezza di neve al suolo è risultata su tutto il territorio lombardo complessivamente prossima ai minimi storici. Sulle esposizioni sud, già alle quote medie, il manto nevoso si è ritirato notevolmente e in alcune zone le possibilità di escursioni erano limitate (Fig. 14). Il manto nevoso superficiale si è presentato per lo più carat-

terizzato da croste da vento o da fusione e rigelo portanti fino a 2800 m. In quota, sui settori Retici e in Adamello, nella parte centrale del manto si sono mantenuti strati fragili costituiti da cristalli angolari sui quali si sono poggiati vecchi e recenti lastroni da vento ben visibili e localizzabili rappresentanti il problema valanghivo principale. A inizio mese il grado di pericolo valanghe è risultato di GRADO 1-DEBOLE su tutta la regione. Intorno a metà mese tra il 16 e il 18 marzo, correnti di aria umida e mite hanno interessato la regione portando sui settori retici, in prossimità delle creste di confine, deboli precipitazioni nevose, 2-5 cm, con deposizione di sabbia sahariana. L'umidità atmosferica, la scarsa ventilazione e l'effetto dell'irraggiamento a onde lunghe hanno comportato un maggior riscaldamento ed umidificazione della neve con conseguente perdita di coesione già in prima mattinata. Si è quindi verificato un aumento della probabilità di valanghe di neve bagnata durante le ore più calde della giornata e conseguentemente aumento del grado di pericolo valanghe. Fino a fine mese le temperature miti e l'irraggiamento diurno hanno continuato a favorire l'umidificazione degli strati superficiali del manto limitando il pericolo valanghe a scaricamenti di neve umida e al fenomeno di "sprofondamento" da parte di escursionisti (Fig. 15).

Aprile 2022

Aprile si è presentato come un mese dinamico e spiccatamente primaverile, caratterizzato dall'alternanza tra le

prime avvezioni miti da sud e incursioni fresche piovose che hanno portato precipitazioni diffuse su tutta la regione alleviando temporaneamente la situazione di siccità.

I primi giorni del mese, una bassa pressione presente sul Mar Ligure, ha determinato condizioni di tempo generalmente instabile portando nuovi ed attesi apporti nevosi accompagnati però da venti forti. I nuovi accumuli di neve fresca e ventata, da moderati ad abbondanti, si sono depositati su un manto di neve vecchia per lo più consolidato (sulle Orobie in particolare caratterizzato dalla presenza di croste da fusione e rigelo) rappresentando la principale fonte di pericolo soprattutto in conche e avvallamenti potendo subire un distacco a tutte le esposizioni già con debole sovraccarico (Fig. 16).

Nei giorni seguenti, il consolidamento del manto nevoso ha subito un progressivo miglioramento grazie al rigelo notturno che ha favorito il rinsaldo dei legami interni soprattutto in corrispondenza degli strati più prossimi alla superficie. Alle quote più elevate, ed alle esposizioni settentrionali, le problematiche sono rimaste legate alla presenza di lastroni di neoformazione, caratterizzati da una coesione debole e soprastanti a preesistenti accumuli. Sui pendii a sud ed alle fasce altimetriche medio-basse, l'insolazione e il riscaldamento diurno hanno continuato a rendere il manto bagnato, provocandone il temporaneo indebolimento dei legami interni, e a causarne una rapida perdita di spessore.

Veloci correnti settentrionali provenienti dal nord Europa l'8 aprile hanno investito l'arco alpino determinando venti

forti o molto forti in quota con raffiche di foehn e deboli apporti nevosi (su Retiche e creste di confine più abbondanti fino intorno ai 20 cm). In tale circostanza non sono stati gli apporti di neve fresca a determinare una variazione di rilievo in termini di stabilità ma piuttosto la presenza di lastroni di neoformazione ed il mascheramento di quelli preesistenti che hanno mantenuto caratteristiche di fragilità nei punti critici.

Ha fatto seguito un influsso anticiclonico con assenza di nuove precipitazioni. Il manto nevoso, nonostante i precedenti riportati apporti nevosi, ha continuato a risultare notevolmente inferiore alle medie stagionali; con presenza solo sopra i 2400 m sui settori alpini e presente esclusivamente sui versanti settentrionali in Prealpi e Orobie. Per via del rialzo termico diurno tipico stagionale e l'irradiazione solare il manto ha assunto delle caratteristiche tipicamente primaverili su quasi tutti i pendii e profondamente trasformato per via dei numerosi cicli di fusione e rigelo. Le temperature notturne ancora sotto lo zero, hanno favorito in terreno alpino la formazione e il mantenimento di croste superficiali da rigelo generalmente portanti, in rapido indebolimento già in mattinata fino ai 2500 m di quota.

Prima del concludersi del mese, il 23 e il 24 aprile, si verifica ancora un aumento del grado di pericolo valanghe dettato dalla presenza di nuovi accumuli di neve fresca e ventata: una circolazione depressionaria tra Francia e Germania ha portato moderate precipitazioni nevose oltre i 2000 m (40-50 cm sui Retiche occidentali e centrali, 25-35 cm su Adamello e Orobie, 15-20 cm su Retiche orientali).

Fig. 16 - 15/04/2022, Valanghe e scaricamenti spontanei di neve umida e bagnata, Vallone di Rinalpi, Valdidentro (SO).





Fig. 17 - Macrosettori, Alpino (in giallo) e Prealpino + Appennino Pavese (trasparente) in cui sono state raggruppate le zone nivometeorologiche omogenee per analizzare l'andamento più critico dei gradi di pericolo valanghe per la stagione 2021-2022.

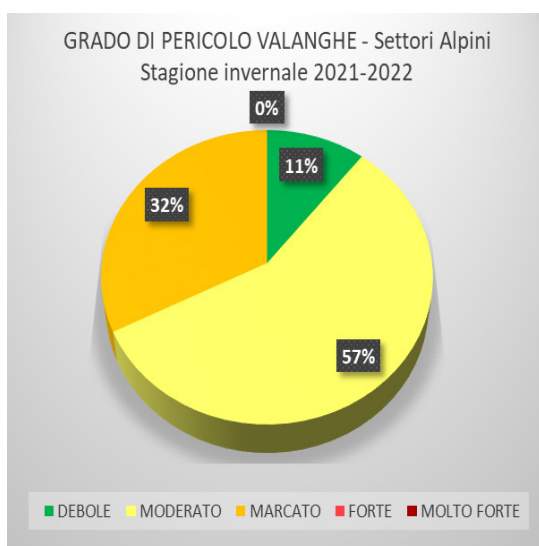


Fig. 18 - Percentuale dei gradi di pericolo valanghe più critici attribuiti per i settori Alpini, calcolata per i bollettini emessi nella stagione 2021-2022 dal 01/12/2021 al 30/04/2022.

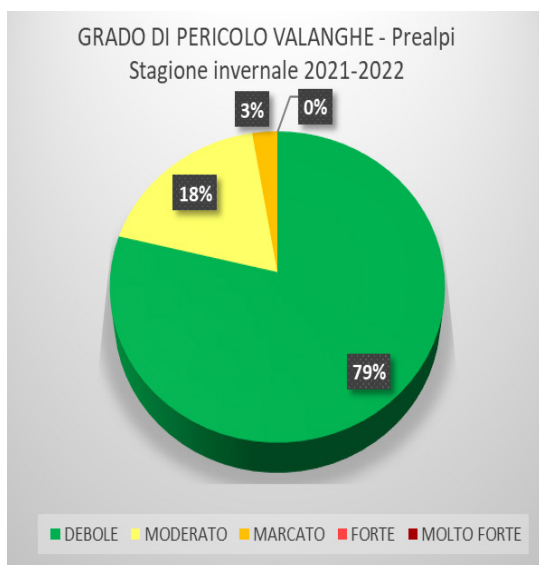


Fig. 19 - Percentuale dei gradi di pericolo valanghe più critici attribuiti per i settori Prealpini e l'Appennino Pavese, calcolata per i bollettini emessi nella stagione 2021-2022 dal 01/12/2021 al 30/04/2022.

Dopo queste ultime precipitazioni, aprile termina con un campo anticiclonico con un manto nevoso completamente fuso al di sotto dei 2000 m di quota e sui versanti a sud anche a quote più elevate. Sopra i 2500 m il manto nevoso, dove presente, ha spessore dai 30 ai 60 cm di neve. A causa di questi ridotti quantitativi di neve al suolo il giorno 06/05/2022 veniva emesso l'ultimo bollettino della stagione.

Maggio e l'esaurimento del manto nevoso

Al "clima fresco" del mese di aprile ha fatto seguito un mese di maggio caratterizzato, già a inizio della seconda decade, da temperature diurne decisamente superiori alla media e da un clima pienamente "estivo" (importante anomalia su tutto il territorio regionale ancora più marcata in quota). A fine aprile la situazione d'innevamento sulle Alpi già si presentava estremamente deficitaria, per via delle scarse precipitazioni dei mesi precedenti, con le temperature elevate, già dalla prima metà del mese di maggio, si è estinta la poca neve ancora presente al di sotto dei 2400 m di quota. Drammatiche le condizioni dei ghiacciai lombardi i quali si presentano già con un "aspetto estivo"; impressionanti le condizioni di siccità dei laghi e degli invasi artificiali e lo stato di magra dei principali fiumi lombardi.

ANDAMENTO GRADI DI PERICOLO

Nella presente analisi, al fine di riportare quelli che sono stati i gradi di pericolo più critici per la stagione 2021-2022 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 ai settori Alpini e ai settori Prealpini con l'Appennino Pavese (Fig. 17). Dall'analisi stagionale sull'utilizzo dei gradi di pericolo



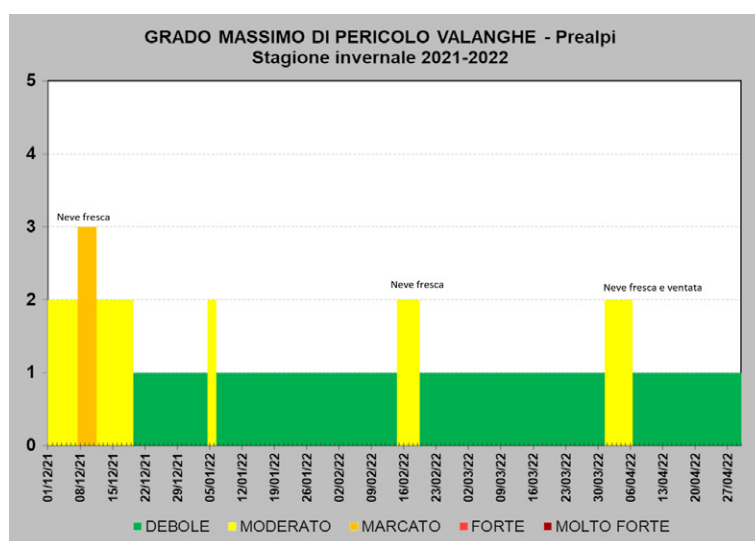
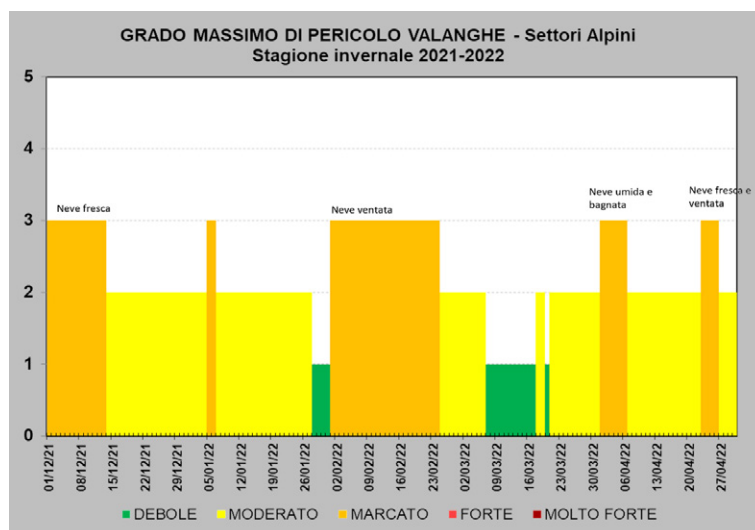
emerge che percentualmente, considerando il grado di pericolo più elevato emesso in ogni bollettino per la/le nivozona/e appartenenti ai macrosettori individuati, il grado maggiormente attribuito è stato 2-MODERATO (57%) per i settori Alpini (Fig. 18) e 1-DEBOLE (79%) per i settori Prealpini e l'Appennino Pavese (Fig. 19).

Genericamente l'attribuzione di un grado di pericolo MARCATO, all'interno del periodo 1 dicembre 2021 – 30 aprile 2022, è stato legato a nuove nevicate (spesso accompagnate da attività eolica) all'infuori del mese di marzo in cui il principale fattore è stato l'inumidimento del manto nevoso per via di correnti calde provenienti dall'Africa e per via delle temperature superiori alla norma.

Nelle figure 20-21 viene riportato l'andamento del grado massimo di pericolo valanghe attribuito per le due macroaree alpine sopra citate.

PARAMETRI METEOROLOGICI – TEMPERATURE

Nelle figure 22-23-24.25 vengono riportate, rispettivamente in due grafici, le anomalie di temperatura medie mensili calcolate per la Stazione di Livigno – La Vallaccia (2660 m s.l.m) e di Edolo – Pantano d'Avio (2108 m s.l.m). Dai dati raccolti per tutte le stazioni, ed osservando a titolo di esempio i diversi grafici qui proposti, per alcune stazioni è possibile chiaramente osservare come le temperature registrate, sia a quote medie che in quota, siano state notevolmente e frequentemente superiori alle medie del periodo nei mesi di Gennaio, Febbraio e Marzo (Fig.26). Aprile è risultato essere in linea con le medie del periodo mentre (sebbene qui non riportato e approfondito) le alte temperature registrate nei mesi di maggio e giugno rappresentano dei veri e propri "record primaverili" mantenendosi anche in montagna notevolmente sopra la media (raggiungendo a maggio i valori medi di luglio).



Tale regime di temperatura ha determinato una fusione completa decisamente anticipata, in tutto il territorio regionale di quasi 2 mesi rispetto alla scorsa stagione.

RISERVE IDRICHE e SNOW WATER EQUIVALENT (SWE)

Si è già anticipato precedentemente più volte come la stagione invernale 2021-2022 sia stata una stagione eccezionalmente secca. A partire dal mese di gennaio 2022 in Lombardia le precipitazioni si sono mantenute sempre al di sotto della media del periodo di riferimento 2006-2020, con il record negativo di marzo, mese pressoché asciutto. Ad aggravare la condizione di siccità, dettata dalle scarse precipitazioni, le temperature sopra la media sia del periodo pienamente invernale (da dicembre a marzo) sia dei mesi di maggio e giugno hanno collaborato alla diminuzione dello spessore di neve al suolo e favorito il rapido scioglimento della risorsa idrica stoccata nella neve (SWE), che si può considerare residuale già a partire dalla prima settimana di giugno, con circa un mese di anticipo rispetto alla stagione media (Figg. 2-27).

Fig. 20 - Andamento dell'indice di pericolo più critico attribuito sulle Alpi per la stagione 2021-2022 (Bollettini dal 01/12/2021 al 30/04/2022).

Fig. 21 - Andamento dell'indice di pericolo più critico attribuito per i settori Prealpini e l'Appennino Pavese per la stagione 2021-2022 (Bollettini dal 01/12/2021 al 30/04/2022).

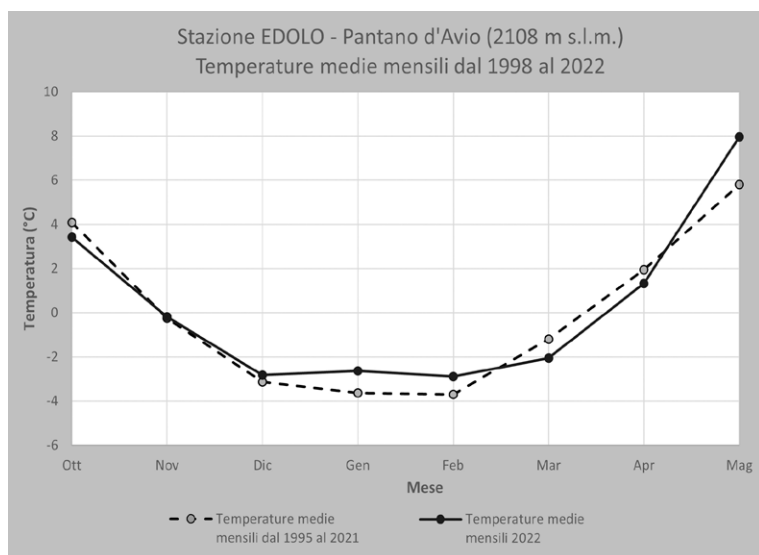
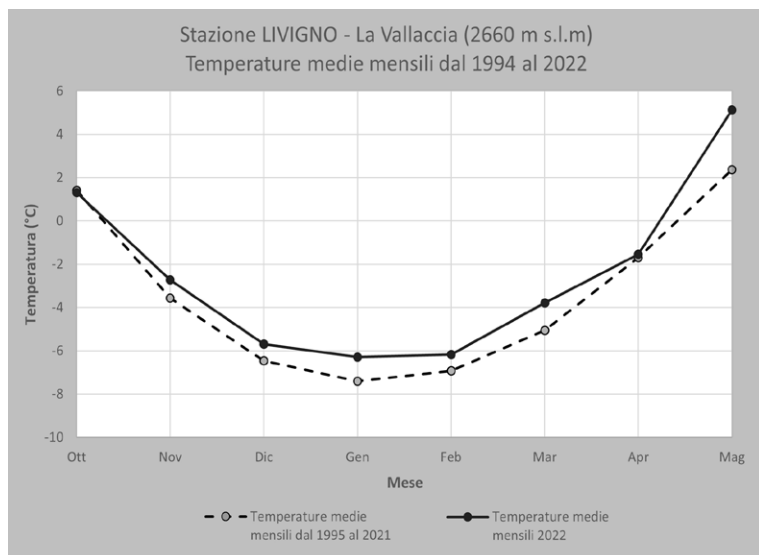
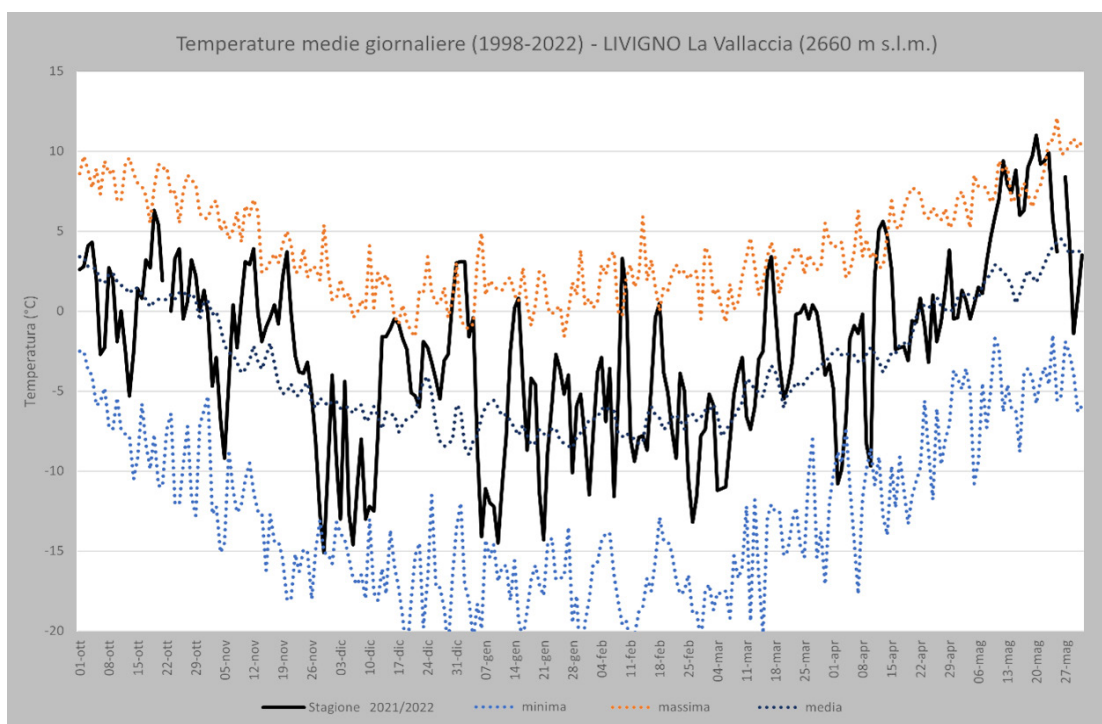


Fig. 22 - Temperatura media mensile della stagione 2021-2022 calcolata per la stazione di LIVIGNO - La Vallaccia confrontata con le medie storiche.

Fig. 23 - Temperatura media mensile della stagione 2021-2022 calcolata per la stazione di EDOLO - Pantano d'Avio confrontata con le medie storiche.

Fig. 24 - Temperature medie giornaliere registrate per la stazione di LIVIGNO - La Vallaccia confrontate con i massimi, minimi e valore medio storicamente misurati.



Con l'esaurimento della componente nevosa a inizio giugno, la riserva idrica negli invasi alpini e nei grandi laghi si è attestata quasi al 60% sotto la media del periodo 2006-2020 (Fig. 28).

A fine maggio 2022 tutte le stazioni automatiche dotate di nivometro non hanno già più registrato la presenza di neve al suolo tranne quelle alle quote più elevate Passo Marinelli (3025m s.l.m.) e La Vallaccia (2660 m s.l.m.) che hanno visto la scomparsa del manto nevoso rispettivamente il giorno 7 ed il giorno 2 giugno. Negli anni precedenti le nostre stazioni più in quota vedevano normalmente la scomparsa della neve tra la metà di giugno ed i primi di luglio, grazie solitamente alle nevicate invernali-primaverili più abbondanti (Figg. 29-30).

A fine maggio/inizio giugno, la riserva idrica stoccata è stata praticamente sotto i minimi storici, con un manto nevoso complessivo sull'arco alpino nordoccidentale ormai quasi assente a tutte le quote. In generale si può quindi affermare che la quantità di neve fresca cumulata su tutto l'arco alpino sia stata ben al di sotto dei valori climatologici senza distinzione di quota e di settore, con le località storicamente più nevose che hanno visto la riduzione assoluta maggiore. Hanno rispecchiato la condizione generale dell'innevamento stagionale i risultati della campagna di misura dello SWE (Snow Water Equivalent) sui ghiacciai lombardi, realizzata grazie alla sinergia di ARPA Lombardia ed ENEL nel periodo tardo primaverile. Una stagione di accumulo eccezionalmente secca, aggravata nei mesi di maggio e giugno dalle temperature elevatissime, ha provocato una scarsità di neve senza precedenti sui ghiacciai lombardi. Il calcolo del SWE si basa sulla valutazione

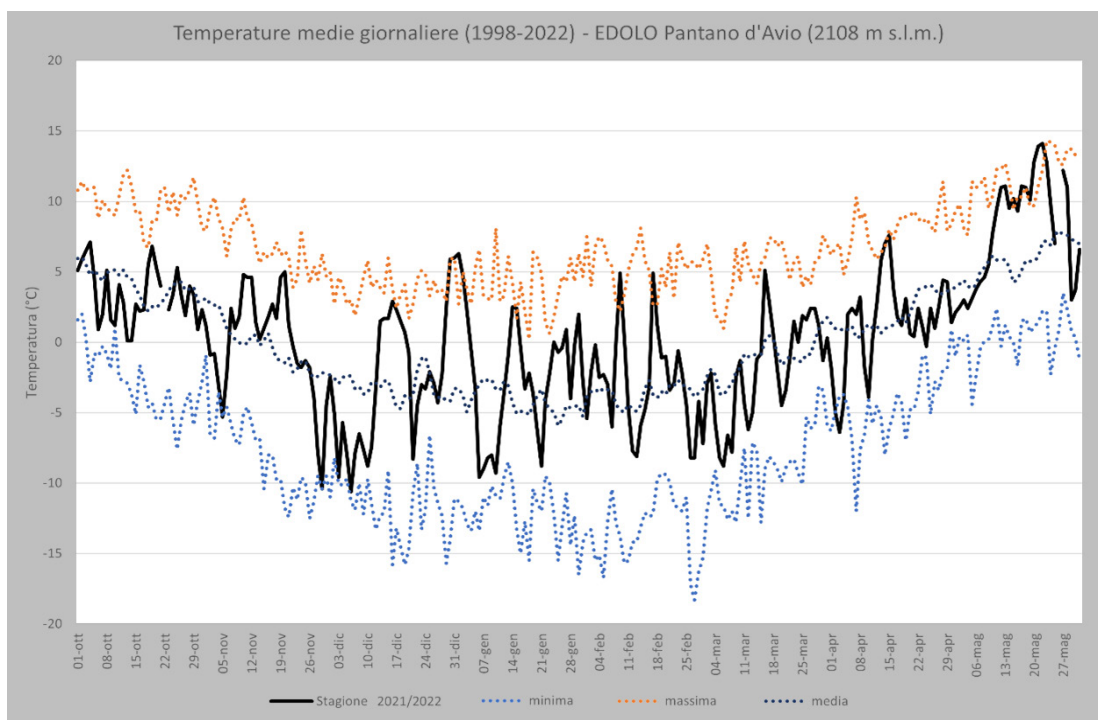


Fig. 25 - Temperature medie giornaliere registrate per la stazione di EDOLO - Pantano d'Avio confrontate con i massimi, minimi ed il valore medio storicamente misurati.

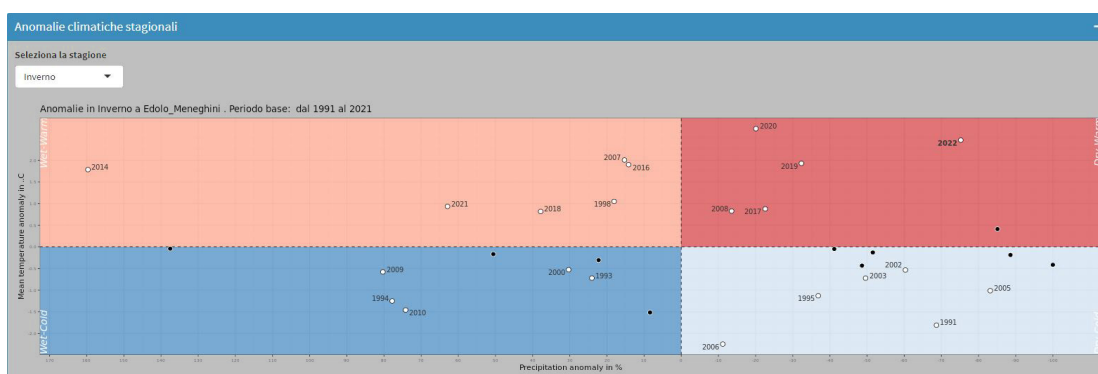


Fig. 26 - Anomalia termica per l'inverno 2021-2022 registrate per la stazione EDOLO - Meneghini (699 m s.l.m.).

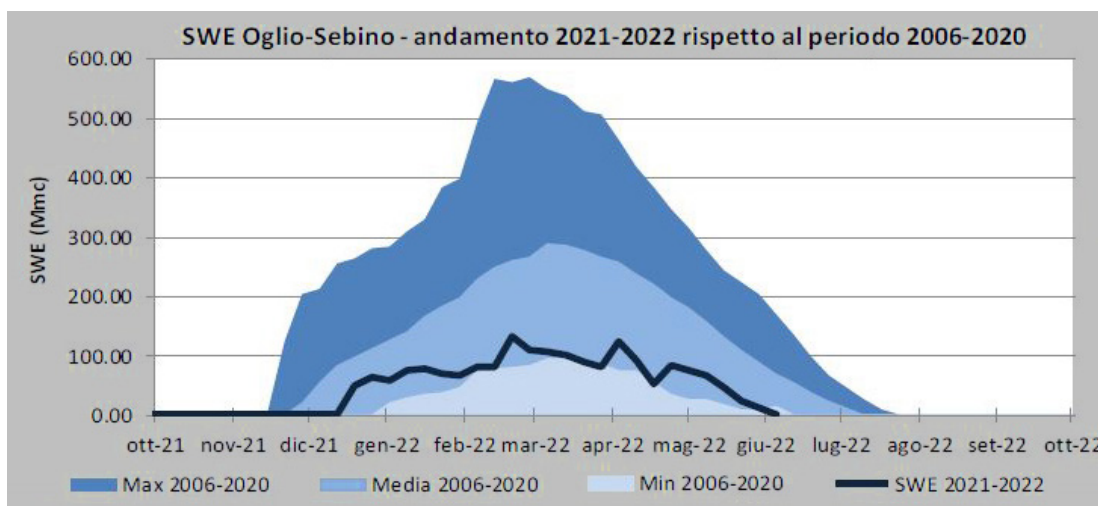


Fig. 27 - Stima potenziale dell'equivalente idrico della neve (espresso in Milioni di metri cubi, Mmc), calcolata tramite spazializzazione delle stime puntuali e l'incrocio tematico con mappe di innevamento derivate da classificazione delle immagini satellitari, per il Bacino idrografico dell'Oglio.

dell'estensione della copertura nevosa e sulla misurazione dell'altezza e della densità del manto nevoso.

Sono stati eseguiti decine di carotaggi e di misure dell'altezza del manto nivale su:

- ghiacciai del Vioz e Dosegù nel Sottogruppo Cevedale-San Matteo;

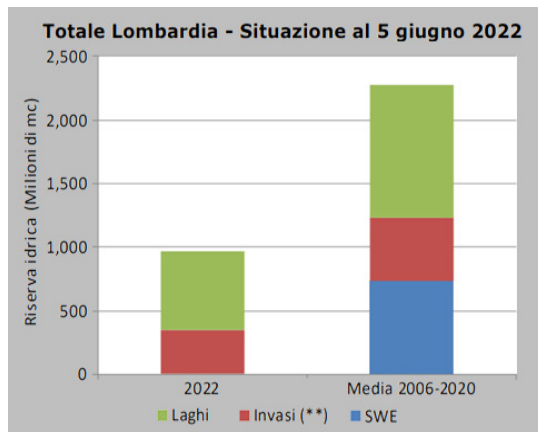
- ghiacciaio di Alpe Sud sul Monte Sobretta;

- ghiacciaio dei Vitelli nel Sottogruppo Ortles-Cristallo;

- ghiacciai dell'Adamello e del Pisgana nel Gruppo dell'Adamello;

- ghiacciai di Fellaria Orientale e Occidentale nel Gruppo del Bernina.

Fig. 28 - Riserve idriche Regione Lombardia (da Bollettino Riserve Idriche del 05/06/2022).



I campionamenti sono stati svolti alle quote comprese tra i 2.763 metri alla fronte del Ghiacciaio Pisgana ed i 3.620 del Ghiacciaio di Fellaria Orientale, nei pressi della Forcola di Bellavista.

Confrontando in particolare i dati raccolti dalla campagna SWE sui principali apparati glaciali, condotta dal Centro Ni-vometeorologico di ARPA LOMBARDIA a partire dal 2016, si può osservare come lo SWE della stagione 2021-2022 risulti notevolmente inferiore alla media.

In figura 31 viene riportato l'equivalente in acqua della neve (SWE) calcolato a partire dai dati raccolti, espresso in kg/m² (ovvero considerato come il peso dell'acqua di disgelo

Fig. 29 - Esaurimento del manto nevoso precoce per la stagione 2021-2022 per la stazione di Passo Marinelli.

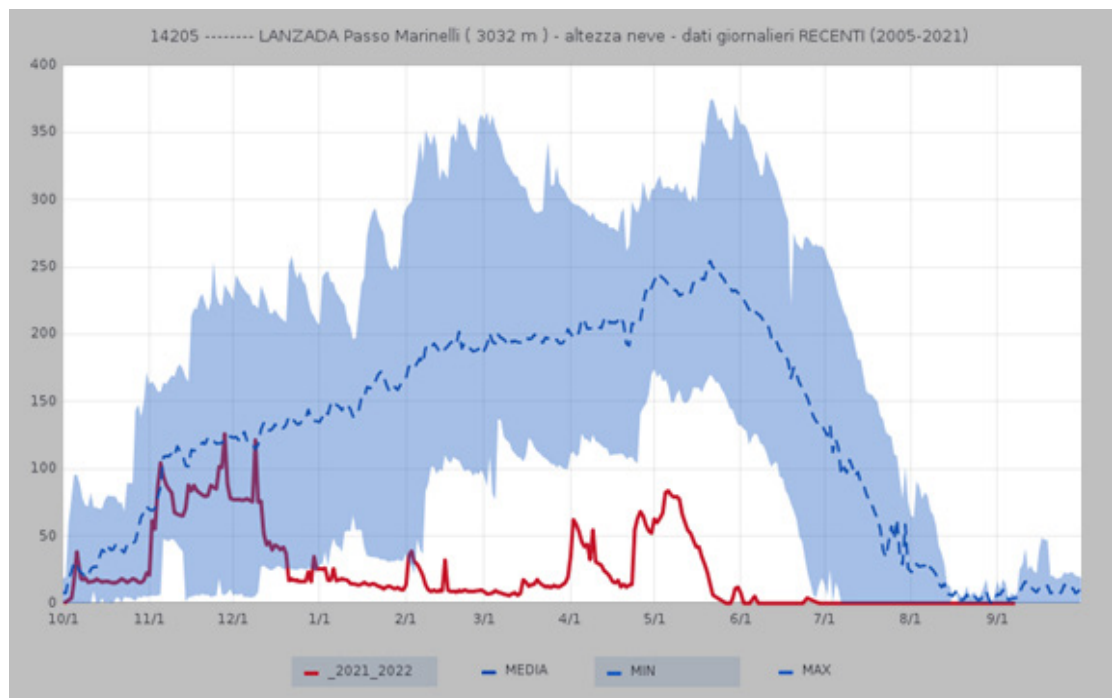
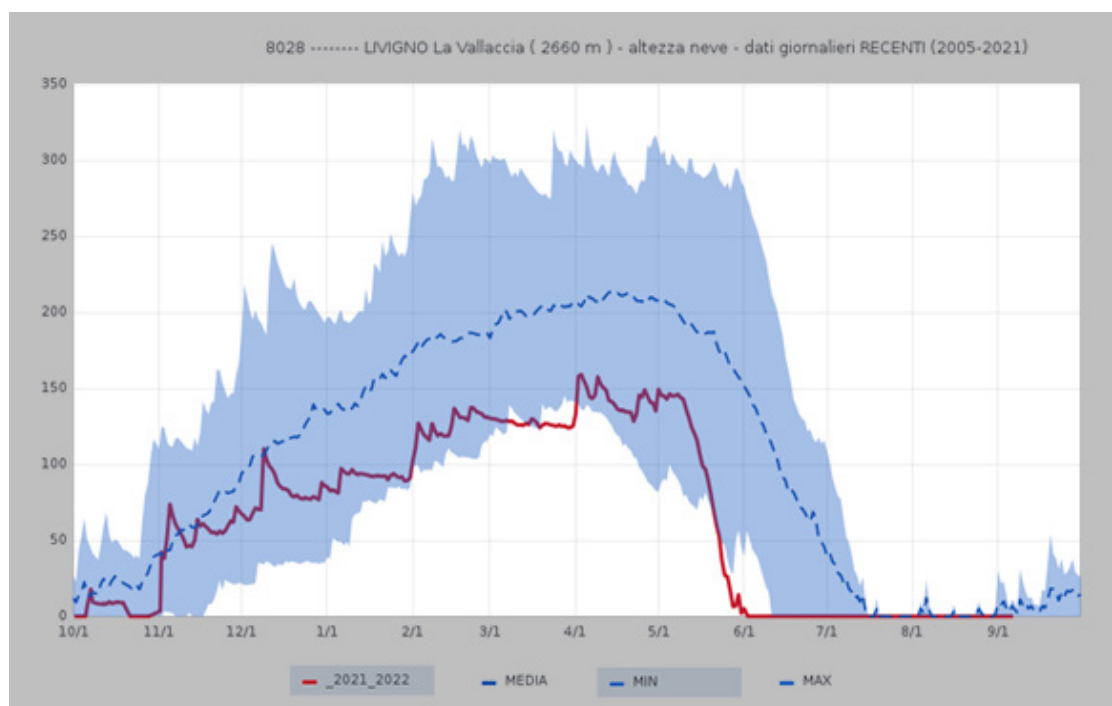


Fig. 30 - Esaurimento del manto nevoso precoce per la stagione 2021-2022 per la stazione di LIVIGNO - La Vallaccia.



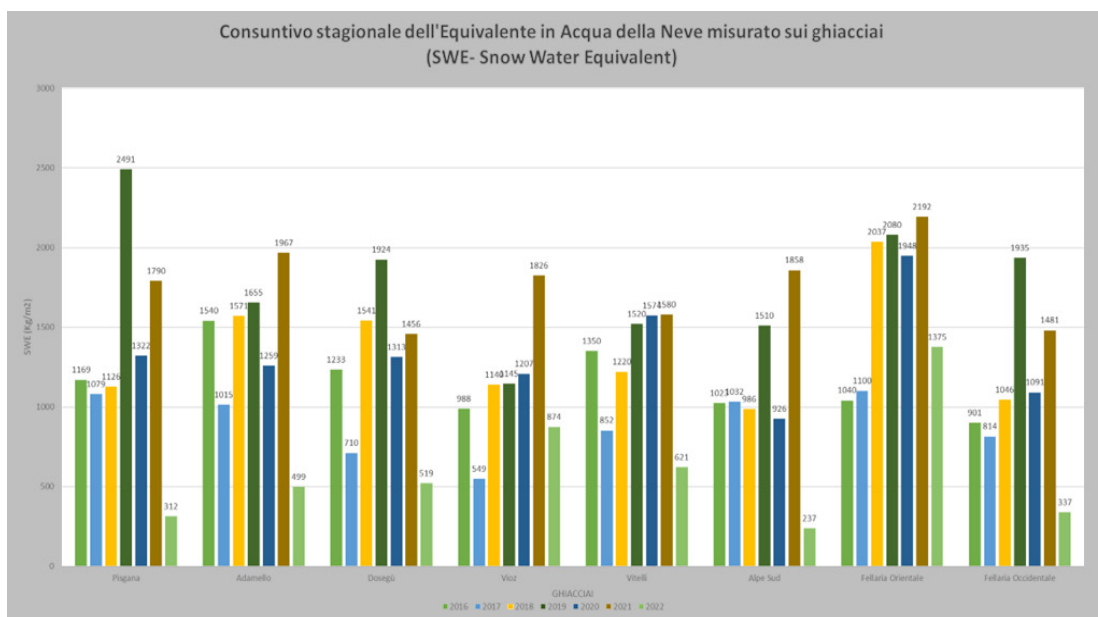


Fig. 31 - Consuntivo stagionale dello SWE misurato sui ghiacciai lombardi.

per metro quadrato che risulterebbe se il manto nevoso si fondesse del tutto).

Sono stati riscontrati spessori della neve notevolmente inferiori rispetto agli scorsi anni, fatta eccezione le zone di accumulo superiori ai 3500 m, ove la situazione non si è presentata così drammatica (spessori variabili tra 2 e 3 m sul Fellaria Orientale, con valori di densità media di 450 Kg/m³) (Fig. 31).

I ghiacciai hanno presentato a giugno condizioni tipiche di fine estate (Fig. 32). Stagioni come quella appena trascorsa e il trend di aumento delle temperature fanno presagire la rapidissima scomparsa dei ghiacciai di piccole dimensioni.

INCIDENTI DA VALANGA

Questa stagione invernale, forse perché caratterizzata da un periodo relativamente breve per le escursioni in ambiente innevato a causa dello scarso innevamento e della precoce fusione del manto nevoso, ha visto un minore afflusso di praticanti. Condizioni del manto nevoso non particolarmente critiche hanno determinato anche un numero di incidenti contenuto. Di seguito vengono sintetizzati gli incidenti da valanga avvenuti sulle montagne lombarde: 5 incidenti noti con 5 travolti e 2 morti (Fig. 33).



Fig. 32 - Ghiacciaio Alpe Sud sul Monte Sobretta, giugno 2022.

 Centro Nivometeorologico INCIDENTI DA VALANGA IN LOMBARDIA Stagione 2021 - 2022 Elaborazione dati: Matteo Fioletti, Susanna Grasso																	RITROVAMENTO									
	CATEGORIA	INDICE PERICOLO	PRESENTI	TRAVOLTI	ILLI	FERITI	MORTI	DISPERSI	SEPOLTI	SEMISEPOLTI	IN SUPERFICIE	ARTIVA	U.C.V.	SONDAGGIO	VISTO/AUDITO	LIBERATO DA SO	altro									
1	05.12.2021 - Valbella - Bormio 3000 - SO	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
2	16.12.2021 - Valfurva - Monte Sobretta - Parete Nord - SO	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
3	05.02.2022 - Livigno - Intermedia Carosello	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
4	25.02.2022 - Livigno - Monte delle Mine	3	2	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
5	12.04.2022 - Pizzo Alto - SO	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
5	TOTALI INCIDENTI noti al 12-04-2022																									

Fig. 33 - Tabella riassuntiva incidenti in valanga sul territorio lombardo, stagione 2021-2022.