

LA NEVE

Analisi statistica del fenomeno nell'ultimo ventennio

Massimiliano Fazzini

Dipartimento di Scienze Geologiche
Università degli Studi di Roma Tre – Roma

Mauro Gaddo

Provincia Autonoma di Trento
Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia
- Trento



IN TRENTINO

Ogni inverno gli operatori turistici, gli addetti agli impianti di risalita e soprattutto gli sciatori si lamentano del fatto che non nevica più “come una volta”, che “la neve viene troppo presto e poi se ne va subito” o che “nevica quando non serve più”. Tutto ciò in perfetta sintonia con gli allarmismi, spesso decisamente esagerati, che vengono continuamente divulgati attraverso i media e che riguardano l’effetto serra ed il conseguente riscaldamento della troposfera. In questo lavoro si è voluta verificare con la maggior precisione possibile la realtà dei fatti nel territorio montano trentino attraverso una serie di analisi statistiche mirate riguardanti la distribuzione spazio-temporale del fenomeno neve, con risultati spesso sorprendenti.



Il problema dell'innnevamento, visto in relazione con il presunto e solo in parte dimostrato *climatic change*, si sta rivelando nelle ultime stagioni sempre più sentito dato che, oltre a riguardare la pratica degli sports invernali, investe settori molto delicati quali il rinnovamento delle risorse idriche sotterranee e l'alimentazione degli apparati glaciali. Si è pertanto tentato un inedito approccio statistico ai dati nivometrici, pur coscienti che per le serie storiche disponibili, molto limitate nel tempo (meno di 20 anni), per numero di stazioni, per omogeneità areale e per la validità delle osservazioni - risultata essere spesso molto discutibile - i risultati sarebbero potuti essere del tutto insoddisfacenti o quanto meno poco attendibili.

INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

L'area studiata si identifica con il territorio amministrativamente compreso nella Provincia di Trento (Figura 1), una realtà geografica dove il fenomeno è rilevante ogni anno ed è parte fondamentale della vita quotidiana della popolazione, sia

come fonte di turismo e quindi di benessere socio-economico, sia per i gravi e spesso tragici problemi connessi con l'instabilità del manto nevoso.

Oltretutto, da un punto di vista geografico-fisico, si osserva nell'area il giusto compromesso tra varietà orografica ed influenze dinamiche delle masse d'aria, dato che il territorio si trova in un'area di transizione tra i domini mediterraneo e continentale e presenta perciò una varietà di situazioni ambientali piuttosto ampia.

Il problema maggiore si è presentato quando si sono dovuti reperire i dati necessari per l'analisi. In effetti per quest'area i rilevamenti (altezze totali di neve fresca e permanenza della neve al suolo) effettuati dal Servizio Idrografico provinciale sono di difficile reperibilità e, soprattutto, presentano estese lacune temporali; di conseguenza, gli unici dati di una certa attendibilità considerati nel presente studio sono quelli forniti dalla Rete di rilevamento gestita dall'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia della Provincia Autonoma di Trento, eccezion fatta per la

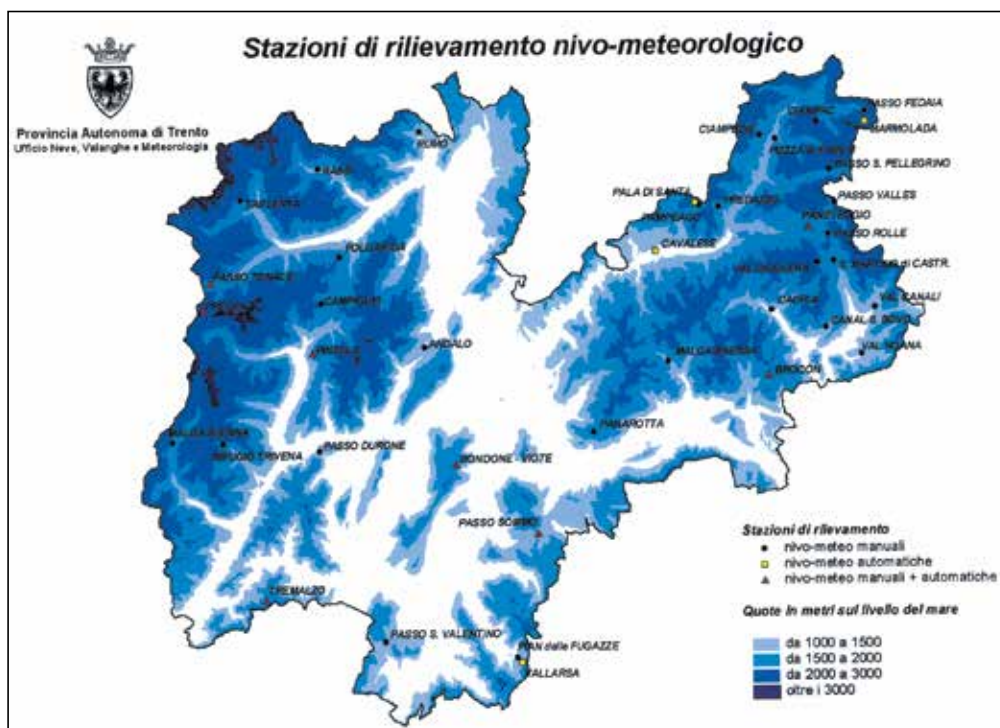
Stazione di Arabba, posta in territorio veneto e di proprietà del Centro Sperimentale Valanghe, e della stazione di alta quota di Lago Careser (fondamentale per l'analisi) di proprietà dell'ENEL. Le stazioni esaminate sono state in tutto 31.

In ogni caso, relativamente al periodo compreso tra le stagioni 1981-1982 e 1998-1999 (Fig. 2); i dati mancanti sono stati ricavati con le consuete metodologie statistiche (Arlery, 1974), quindi con un margine d'errore accettabile per il tipo di analisi svolta.

Bisogna però sottolineare che tali misurazioni sono utilizzate dalla struttura sopracitata con lo scopo prevalente di elaborare un bollettino nivo-meteorologico trisettimanale e di studiare i fenomeni valanghivi, con la conseguenza che i campi di rilevamento vengono aperti solamente in occasione della prima abbondante nevicata. Pertanto, esaminando di volta in volta le osservazioni meteorologiche sinottiche e le relative situazioni dinamiche, sono stati ricavati, con un margine d'errore accettabile, anche i dati riguardanti le neviccate precedenti l'apertura delle campagne di rilevamento e quelle seguenti la chiusura stagionale dei siti di rilevamento suddetti. Allo stato attuale, tale lavoro è stato completato anche per le ultime quattro stagioni invernali e ad esso ne è stato affiancato un altro decisamente più complesso, riguardante i dati antecedenti il 1981, al fine di ricostruire delle serie storiche più lunghe e continue possibili, che possano fornire scenari spatio-temporali più precisi e permettere un calcolo dei trend futuri.

Nella tabella riepilogativa (figura 2), i valori relativi alle medie mensili si discostano, di conseguenza, da quelli relativi ai totali stagionali - che ne dovrebbero logicamente rappresentare la

Fig. 1



somma algebrica. Le relative differenze sono, di fatto, causate dall'errore analitico-statistico. Per i dati relativi alla copertura nevosa (laddove alla chiusura dei siti vi è ancora presenza di neve al suolo), si è cercato di risolvere il problema ricorrendo ad informazioni derivanti dai messaggi nivo-meteorologici emessi dall'Ufficio e, in qualche caso, alla testimonianza diretta dei rilevatori.

Va comunque precisato che presso alcuni campi neve manuali sono state nel tempo posizionate anche delle stazioni di rilevamento automatiche, con conseguente miglioramento di qualità delle informazioni.

Distribuzione verticale delle precipitazioni nevose

Le 31 stazioni esaminate sono situate a quote comprese tra i 925 metri di Caoria (nell'alta Val Vanoi) ed i 2730 metri del Prese-
na (Passo del Tonale).

Costruendo un diagramma cartesiano quote/altezza della neve fresca (figura 3) si osserva che la relazione tra le due grandezze è evidente ma non in maniera forte come ci si potrebbe aspettare da un fenomeno fisico così dipendente dalle temperature - che decrescono in media sulle Alpi di 1°C ogni 176 metri (Cati, 1981) e di 154 metri nelle Alpi del Triveneto (Bisci et al., 2000) - e quindi dalla quota. In effetti, inserendo una funzione interpolante lineare si ottiene un coefficiente di determinazione R^2 pari a 0,67, mentre introducendo una funzione del terzo ordine il coefficiente sale sino a 0,76. L'aumento della nevosità sembrerebbe essere più rapido oltre i 2200 metri; in particolare, a 2000 metri di quota l'altezza media della neve fresca è di 305 cm, mentre a 1000 metri essa si riduce a 150 cm circa. Tuttavia questa supposizione non può essere certa

Caratteristiche nivometriche per le singole stazioni											
Sigla	Stazione	Long	Lat	Quota	tend%	D	G	F	M	A	MED
17CA	CAORIA	1706150	5119850	925	-8,52	17	42	38	43	7	151
11AN	ANDALO	1654725	5114800	1008	-7,02	40	46	39	35	12	173
24NO	VAL NOANA	1719310	5113425	1025	-6,79	36	47	35	22	14	150
13PR	PREDAZZO	1699305	5132715	1030		26	32	36	28	8	127
28RM	RUMO	1654250	5146450	1090		29	47	25	22	11	134
19PF	PIAN delle FUGAZZE	1667950	5069340	1175	-2,31	32	46	40	38	30	183
18SB	CANAL S.BOVO	1714150	5117250	1240	-7,55	37	37	45	39	20	166
20BA	MALGA BAESSA	1690660	5112550	1260		28	42	36	26	10	146
2RAB	RABBI	1639161	5141170	1280	-3,23	43	48	50	31	28	203
5PSV	PASSO S.VALENTINO	1648554	5071727	1330	-3,15	45	57	50	50	34	235
12FO	PASSO SOMMO	1671125	5087425	1360	-4,14	53	59	54	54	25	233
14PO	POZZA di FASSA	1706880	5144950	1380	-3,59	33	30	37	23	19	144
4SMC	S. MARTINO di CASTR.	1715432	5126986	1460	-2,49	55	51	60	57	51	289
6BON	BONDONE - VIOTE	1659160	5097650	1495	-0,64	44	52	40	47	27	221
3PIN	PINZOLO	1637917	5114071	1500	-4,23	53	76	58	54	37	271
15TR	TREMALZO	1630775	5077875	1520	-7,87	46	41	52	53	35	230
8PAN	PANEVEGGIO	1711557	5132115	1535	-3,32	49	43	56	43	36	246
16PT	BROCON - MARANDE	1705540	5110450	1560	-2,3	39	51	52	43	43	209
31AR	ARABBA	1720866	5153927	1628	-2,3	66	55	64	61	63	364
23MC	CAMPIGLIO	1639403	5121301	1650	-1,75	75	91	62	65	35	296
21MB	MALGA BISSINA	1617150	5101175	1750	-4,29	96	126	108	94	93	501
10PM	PAMPEAGO	1695474	5135292	1775	-1,5	60	47	41	48	41	232
9PTA	PANAROTTA	1679550	5102275	1775	-0,67	61	44	50	38	51	236
25TO	PASSO TONALE	1623077	5124470	1880	-1,96	69	92	92	59	136	505
27CM	CIAMPEDIE	1704622	5145523	1975	-0,92	37	43	34	32	34	180
26SP	PASSO S. PELLEGRINO	1714825	5140425	1980		54	44	41	34	21	222
1PEI	TARLENTA	1627582	5136575	2010	-1,92	64	74	60	63	59	320
7PVA	PASSO VALLES	1715582	5135539	2040	-1,77	87	77	82	88	106	498
22CI	CIAMPAC	1712898	5147477	2160	-0,92	50	45	62	64	68	294
32CR	DIGA DI CARESER	1630661	5142607	2600		89	75	74	132	87	754
30PN	PRESENA	1621877	5120616	2730		125	65	95	135	175	775

in senso assoluto, data la quasi assoluta mancanza di stazioni di rilevamento oltre tale quota. Dallo stesso diagramma si evince che l'altezza della neve fresca aumenta in media di 30 cm ogni 1000 metri. L'equazione di regressione lineare ricavata è dunque la seguente:

$$N = 0,3037H - 201,3$$

con N altezza della neve fresca ed H altitudine in metri; il coefficiente di correlazione R^2 è prossimo a 0,7.

Gazzolo & Pinna (1973) nel loro studio riferito alle Alpi per il quarantennio 1921-1960 hanno ricavato per la porzione orientale della catena (Prealpi comprese) valori piuttosto diversi, con un

gradiente nivometrico molto più basso; l'equazione ricavata è la seguente:

$$N = 0,231H - 103,7$$

Il gradiente si rivela più basso di quello ricavato nel presente lavoro sia per tutta la catena alpina per la quale vale l'equazione:

$$N = 0,296H - 106,2$$

che per la porzione centro-occidentale dove vale l'equazione:

$$N = 0,33H - 81,7$$

Inoltre, in quest'ultima area, cadono, alla quota media di 2000 metri, ben 486 cm di neve fresca, cioè il 50% in più circa rispetto all'area studiata nel presente lavoro.

Fig. 2

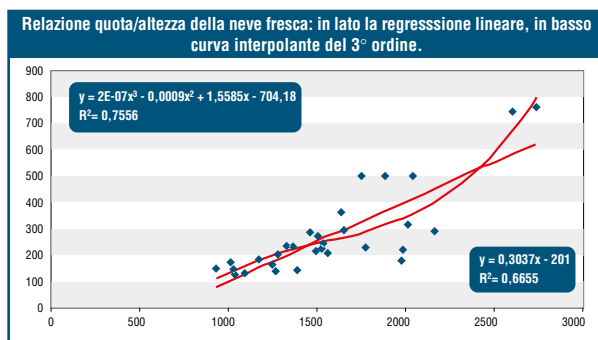


Fig. 3

Pinna (1974), commentando questi dati, sottolinea che i rapporti che intercorrono tra neve e rilievo sono molto differenti da quelli esistenti tra pioggia e rilievo. I due fattori che probabilmente divengono più importanti nella distribuzione del manto nevoso sono la continentalità (esprimibile quantitativamente con la distanza dal mare) e l'esposizione.

Ad esempio, la catena prealpina, più direttamente esposta alle correnti caldo-umide di origine mediterranea, riceve una quantità d'acqua molto superiore a quella di rilievi ben più elevati ma situati all'interno del continente; per la neve, però, accade il contrario, dato che sono proprio i massicci più interni che registrano le cadute di neve più abbondanti.

Di conseguenza le Prealpi Giulie, che pure rappresentano il polo italiano della piovosità, registrano quantità di neve meno che dimezzate rispetto ai grandi massicci piemontesi e valdostani proprio a causa della continentalità maggiore di questi ultimi che comporta, a parità di quote, temperature medie più basse. Biancotti & Bovo (1997) nei loro studi sulle precipitazioni nevose sulle Alpi Occidentali non riportano il valore del coefficiente di determinazione, ma con calcoli effettuati sulle 30 stazioni hanno trovato un gradiente di 39 cm per 1000 metri di quota ed un'altezza di neve fresca a 2000 metri di ben 584 cm.

Kappemberger & Kerkmann (1997) confermano la tesi di Pinna, sottolineando che a parità di quota le Alpi centro-occidentali sono decisamente più nevose di quelle orientali, con quantitativi medi che, per il trentennio 1961-1990, a 2000 metri si aggirano intorno ai 6 metri e possono eccezionalmente raggiungere gli 11 metri (Passo del San Gottardo).

Questi dati sembrano contrastare con lo studio effettuato dal Ferrara (1923 in Mennella, 1970) che riconosce nell'area alpina Centro-Orientale una nevosità media maggiore di quella occidentale, perché la prima è complessivamente più piovosa.

Analizzando in dettaglio i dati, si nota che alle medesime quote si ha una forte varianza (a 2000 metri i valori oscillano tra i 180 ed i 500 cm circa); è di conseguenza evidente che altri fattori, primi tra tutti quelli topo-geografici come l'esposizione e la posizione all'interno della valle (Pinna, 1977, Biancotti e Bovo, 1997), condizionano quantitativamente il fenomeno.

Distribuzione spaziale delle precipitazioni

Considerando l'esiguo numero delle stazioni analizzate e soprattutto il fine della ricerca non è stato ritenuto opportuno elaborare

una carta delle isopliete; tuttavia, esaminando la carta della nevosità di Gazzolo & Pinna (1973), si può notare che in Trentino la distribuzione del parametro è quanto mai caotica, con due aree particolarmente nevose, coincidenti con il massiccio dell'Adamello - Presanella (dove si superano nelle aree sommitali i 6 metri annui) e con l'allineamento Lagorai - Pale di San Martino (dove, sempre alle quote più elevate, si sfiorano i 5 m).

In generale, comunque, la maggior parte del territorio è compresa tra le isopliete di 150 e 250 cm, con valori ancora minori nei fondovalle dei maggiori fiumi (Val d'Adige, Valsugana e media - bassa Val di Non).

A livello generale è quanto mai scontato affermare che, come per le precipitazioni liquide, anche per le precipitazioni solide la distribuzione è fortemente condizionata dalla morfologia e dall'influenza di quest'ultima sulle masse d'aria foriere di precipitazioni. Borghi (1979) afferma che il fattore orografico pesa sulla distribuzione delle precipitazioni in percentuale anche di dieci volte maggiore rispetto alla quota (temperature permettendo). In generale è possibile affermare che le nevicate più estese ed abbondanti sono apportate da flussi meridionali,



specie nella parte centro-meridionale dell'area e comunque sui versanti sopravvento rispetto alle stesse correnti (Monai, 1986). Tale affermazione è confermata da alcuni studi di Borghi (1986 e 1990) riferiti ad alcune stazioni dolomitiche ad uguale quota ma con esposizioni diverse, dai quali risulta che le stazioni esposte ai flussi sciroccali ricevono quantitativi doppi di quelli sottovento rispetto alle stesse correnti.

In un suo dettagliato studio, riferito al periodo 1922-1950 per le Alpi Orientali, Donà (1957) evidenzia alcuni dati puntuali che possono essere confrontati con quelli oggetto di studio. Per le stazioni di San Martino di Castrozza (1444 m s.l.m.), Caoria (825 m s.l.m.), Passo di Rolle (1984 m s.l.m.) ed Arabba (1608 m s.l.m.) i valori sono rispettivamente di 274 cm, 136 cm, 472 cm e 316 cm, a fronte dei 289 cm, 151 cm, 498 cm (riferiti però al vicino Passo Valles, 2020 metri, ugualmente nevoso) e 364 cm.

Anche i dati ricavati per le stazioni situate a quote superiori ai 2500 metri nei gruppi Ortles - Cevedale e Adamello - Presanella (Diga di Careser e Presena) confermano che i quantitativi stagionali sono più elevati di quelli riportati da Gazzolo & Pinna, raggiungendo in media valori prossimi agli 8 m, con punte vicine ai 10 metri. Da tali raffronti si deduce pertanto che, almeno nel periodo considerato, nell'area Dolomitica orientale ed in generale in tutta l'area esaminata, al contrario di ciò che si crede, le precipitazioni nevose sembrano aver subito un lieve incremento.

Distribuzione stagionale e temporale delle precipitazioni

Per regime nivometrico di un'area s'intende la distribuzione stagionale della media

del periodo registrata nell'arco di ogni mese (Biancotti, 1997). Tale distribuzione è strettamente connessa con il regime pluviometrico e con il quadro termico; anzi quest'ultimo tende ad essere il fattore più importante, come dimostra il fatto che nelle aree alpine situate a quote medio-elevate la primavera risulta più nevosa dell'autunno, proprio perché più fredda. In rapporto alla quota, nell'area studiata sono presenti quattro tipi di regime nivometrico:

- **REGIME PREALPINO:** alle quote inferiori ai 1200 metri si ha un regime "prealpino" (Donà) o unimodale invernale (Biancotti), caratterizzato da un massimo ben definito in corrispondenza del mese più freddo, durante il quale cade fino ad 1/3 del totale stagionale.

In queste aree la possibilità di avere nevicate si estende in media per circa sette mesi tra ottobre e fine aprile.

- **REGIME EQUILIBRATO O VALLIVO INTERNO:** all'aumentare della quota e procedendo verso l'interno della catena alpina si ha il regime "vallivo interno o equilibrato", detto dai francesi "étalé", caratterizzato da quantità di neve fresca pressoché costanti nei tre mesi invernali che raccolgono i 2/3 del totale stagionale. In questo caso il periodo con caduta di neve è compreso tra metà ottobre e metà maggio.

- **REGIME DI ALTITUDINE O BIMODALE:** si rinviene oltre i 2000 metri ed è caratterizzato dall'aver due massimi nel tardo autunno ed in primavera (quest'ultimo più pronunciato), causati appunto dall'aumento delle precipitazioni e dalle basse temperature.

- **REGIME NIVOMETRICO A MASSIMO PRIMAVERILE:** alle quote ancor più elevate vi è la possibilità che le precipitazioni



nevose siano particolarmente abbondanti in primavera o al principio dell'estate. In questo caso si parla di regime unimodale primaverile.

Si può concludere facendo un breve riferimento al coefficiente nivometrico, dato dal rapporto percentuale tra quantità d'acqua espressa in mm che cade su una località esclusivamente sotto forma di neve e quantità totale delle precipitazioni in forma di pioggia e neve insieme (Pinna, 1974). Per le Alpi Orientali, esso è espresso dalla formula:

$$K(\%) = 0,026H - 10,5$$

che non presenta sostanziali differenze da quella trovata dagli scriventi per l'alta Val Cismon:

$$K(\%) = 0,027H - 9,9$$

con K% coefficiente nivometrico ed H quota in metri.

Da tali equazioni si deduce che il valore K= 50% si raggiunge a circa 2300 metri, mentre quello del 100% si ha a quote superiori ai 4000 metri.

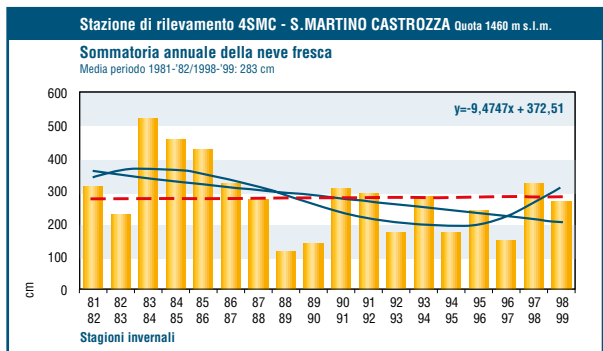


Fig. 4

Tendenza generale del fenomeno neve

La tendenza generale di un fenomeno così importante è probabilmente l'aspetto più interessante, almeno da un punto di vista climatologico e, anche se non rientra tra gli scopi dello studio, esso è stato sommariamente affrontato.

In generale, uno dei metodi migliori per stabilire la tendenza generale senza ricorrere a funzioni analitiche molto complesse è la perequazione con una funzione lineare e quindi la

rappresentazione della tendenza mediante una retta. In generale, analizzando i totali stagionali delle singole stazioni, non si osservano grossi scarti relativi, nel senso che anni particolarmente nevosi sono comuni a tutto il territorio come lo sono anni poveri di precipitazioni. Qui di seguito (figura 4) è riportato il grafico relativo alla stazione di S.Martino di Castrozza, che presenta valori di deviazione dalla media generale minimi e pertanto ben inquadra la situazione.

Benché il trend sia caratterizzato da un andamento sinusoidale, con anni molto nevosi nel periodo 1983-1986 e molto secchi tra il 1988 ed il 1990, con una successiva tendenza alla ripresa (ed un nuovo calo negli ultimi tre anni che non sono riportati); è evidente una tendenza ad un calo piuttosto deciso dei valori stagionali, nell'ordine dei 9 cm circa per anno, con una percentuale media sul totale superiore al 2%. In tal senso, esaminando la figura 2, ci si rende conto che tale decremento è più sensibile nelle aree prealpine, mentre tende ad essere quasi inesistente in quelle più interne: questo fatto probabilmente può essere attribuito al pur lieve aumento delle temperature invernali, che provoca un innalzamento del limite medio delle nevicate, di circa 200 metri, nelle aree

ove i flussi miti di origine mediterranea arrivano con maggiore intensità.

È altresì evidente che tra annate vicine vi sono scarti enormi, (anche del 200 %), a dimostrazione che, da un punto di vista meteorologico, stiamo vivendo un periodo estremamente variabile e difficile da inquadrare analiticamente. Se poi si va ad esaminare la tendenza media relativa ai singoli mesi, la situazione si complica ulteriormente, poiché subentrano fattori a scala locale, come l'esposizione alle correnti più umide, la posizione geografica e la quota. Osservando i grafici relativi alla media relativa a tutte le stazioni (Figura 5) risulta evidente un generale calo dei valori, più accentuato nei mesi di febbraio e marzo mentre il bilancio dei restanti mesi non presenta variazioni significative; è tuttavia importante sottolineare che, introducendo una curva interpolante di 3°ordine, nelle ultime 2 stagioni il trend torna ad essere positivo per tutti i mesi ad eccezione di dicembre: se tale tendenza dovesse essere confermata nel tempo si creerebbero problematiche sempre più complesse riguardo all'apertura degli impianti di risalita nel periodo natalizio, qualora, per motivi termo-igrometrici, non si potesse ricorrere all'innevamento programmato.

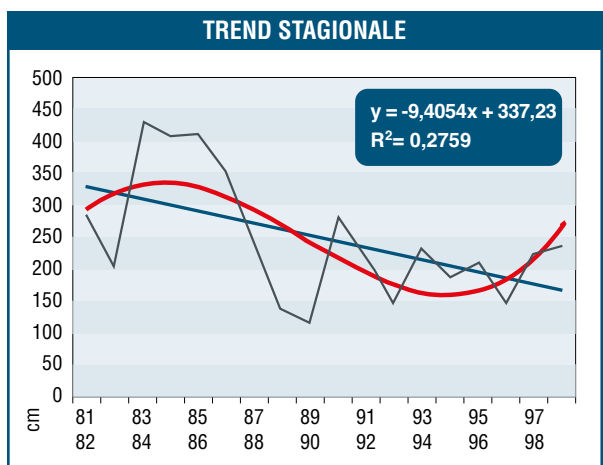
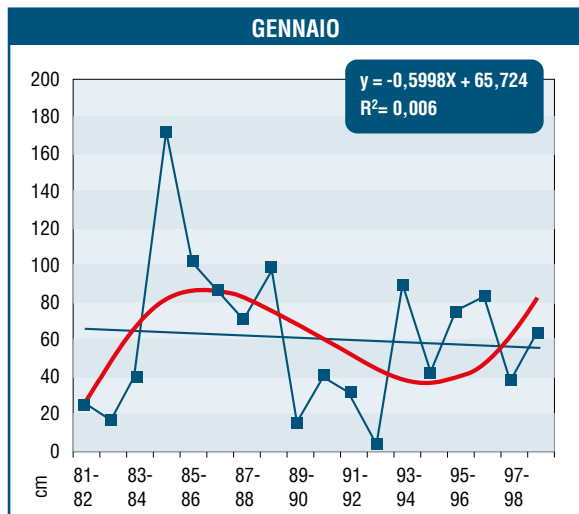
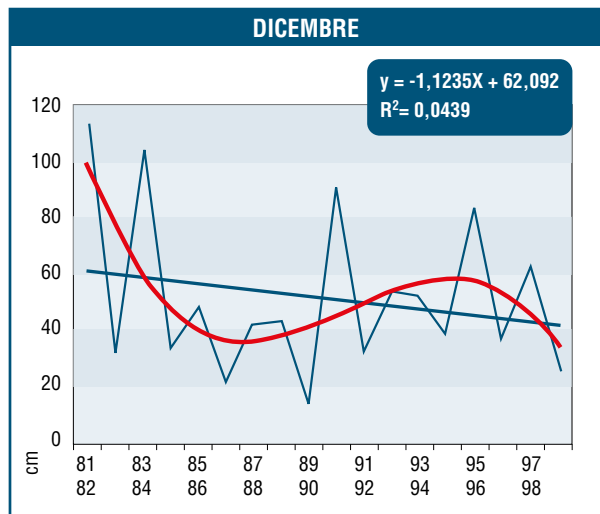


Fig. 5



La permanenza della neve al suolo

Una volta depositatosi al suolo, il manto nevoso vi rimane per un periodo la cui durata è diretta funzione della quota e della distribuzione mensile delle precipitazioni e dei valori termici.

Nell'area studiata, in genere, la neve rimane al suolo per 75-90 giorni (sommati tra giorni con copertura continua e discontinua) a 1000 metri di quota, per 120-140 giorni a 1500 metri, per 180 giorni a 2000 metri e anche per 8 mesi (247 giorni a diga di Careser) oltre i 2500 metri.

Alcuni autori si sono proposti di ricercare la relazione tra quota e copertura totale.

Gazzolo & Pinna (1974) hanno ricavato per le Alpi Occidentali la seguente relazione:

$$D = 9,01 h - 1,5$$

con D durata del manto nevoso in giorni e h l'altitudine in hm.

Nell'area studiata si è costruito un diagramma cartesiano considerando quota/permanenza della neve al suolo (Figura 5), dal quale si evince la consistente relazione tra le due variabili. Sono state poi inserite le funzioni interpolanti, lineare e di terzo ordine, che hanno dato dei coefficienti di determinazione rispettivamente pari a 0.79 e 0.83. L'equazione di regressione lineare ricavata è la seguente:

$$D = 8.56 h - 8.5$$

Tale valore è praticamente coincidente con quello sopra riportato e ci dice che, in media, il periodo durante il quale il suolo rimane coperto di neve in maniera continua o discontinua aumenta di circa 9 giorni per ogni 100 metri di quota.

In generale le stazioni sotto i 1200 metri di quota presentano periodi con copertura continua del suolo difficilmente superiori ai 60-70 giorni; il periodo con eventuale copertura comincia

a metà dicembre, con le prime vere irruzioni d'aria fredda, e termina a metà marzo: le eventuali successive nevicate, anche se abbondanti, restano al suolo per periodi effimeri anche in virtù delle aumentate temperature dell'aria e del suolo stesso.

Ad altitudini maggiori, tra 1200 e 2000 metri, il periodo con copertura continua può iniziare anche in novembre per estendersi sino a maggio; in questi casi i fattori topografici tendono a divenire di fondamentale importanza in relazione alla durata del fenomeno. Analizzando la figura 2 si può osservare che le stazioni di Panarotta e Pampeago sono situate ad identica quota (1775 metri), ma la copertura media relativa alle due stazioni è rispettivamente di 153 e 107 giorni.

Alle quote superiori ai 2000 metri la copertura sembra dipendere quasi esclusivamente dall'esposizione del sito, in virtù delle differenti temperature osservabili sui pendii nord e sud e soprattutto per la forza e la durata dell'insolazione diurna, che in breve modifica il bilancio radiativo del suolo e provoca la rapida fusione del manto nevoso.

BIBLIOGRAFIA

- Bisci C., Dramis F. & Fazzini M. (2001) - "Topographic parameters and Spatial Distribution of precipitation: First Results in Northeast Italy" Fifth International Conference on Geomorphology 24-26 august 2001 Tokio - Special Publication in DEM's and Geomorphology - GISA 2001
- Bisci C., Dramis F., Fazzini M. & Gaddo M. (2000) - "Definition of geographical parameters describing the spatial distribution of temperature and rainfall in three sectors of the Italian Eastern Alps" ICAM 2000 - 26th International Conference on the Alpine Meteorology - Innsbruck
- Borghi S. (1979) - "Influenza locale dell'orografia sulla distribuzione delle precipitazioni nevose" Atti Sem. "Meteorologia e studio dei fenomeni nivali", C.N.R. Padova
- Donà F. (1957) - "Caratteristiche nivometriche di alcune località delle Alpi orientali con più lungo periodo di osservazione" Atti XVI Congr. Geogr. It.
- Fazzini M. (2001) - "Analisi statistica delle caratteristiche pluvio-nivometriche dei rilievi del Triveneto anche tramite la modellizzazione topo-geografica del territorio esaminato" Tesi di Dottorato - Univ. di Perugia Ivol + CD
- Fliri F. (1975) - "Das Klima der Alpen in raume von Tirol" Monographien zur landeskunde Tirols, Innsbruck, 1.
- Gazzolo T. & Pinna M. (1973) - "La nevosità in Italia nel quarantennio 1921-1960 (gelo, neve e manto nevoso)". Min. Lav. Pubbl., 26.
- Kappemberger G. & Kerkmann J. (1997) - "Manuale di meteorologia alpina", Zanichelli ed., Bologna.
- Mennella C. (1970) - "Il clima d'Italia: i climi compartimentali della regione italiana (Italia continentale e versante adriatico)". F.lli Conte Ed., Napoli, 2.
- Pinna M. (1974) - "Precipitazioni nevose e durata del Manto nevoso in Italia", Cultura e scuola, 51.

