

LE PRECIPITAZIONI NEVOSE E IL MANTO NEVOSO IN VAL D'AOSTA, IN VALTELLINA E NEL BACINO DELL'ADIGE:

Un esame comparativo

1. *Premessa.* — E' stata rivolta l'attenzione allo studio delle precipitazioni nevose e della durata del manto nevoso nella Val d'Aosta, nella Valtellina e nella valle dell'Adige in quanto queste costituiscono i principali bacini dei tre grandi settori in cui si è soliti dividere le Alpi (Occidentali, Centrali e Orientali) e dato che per esse si possiede una notevole quantità di dati forniti da numerose stazioni nivometriche ben distribuite a varie altitudini.

L'importanza che rivestono i fenomeni nivali nei tre bacini si rivela in tutta la sua evidenza nel fatto che le precipitazioni nevose costituiscono per gran parte del semestre invernale, soprattutto ad altezze superiori ai 1000 m, il tipo prevalente di precipitazione. La permanenza del manto nevoso è poi il motivo principale per cui in queste valli, come in altre parti delle Alpi, l'uomo tende a diradare gli insediamenti oltre certe altezze (non vi sono quasi mai centri abitati al di sopra di 1500 m, tranne che per stazioni di sport invernali) e a costruire le abitazioni con determinati accorgimenti.

Si è voluto fare un raffronto fra i tre bacini fluviali anche per le indicazioni che si possono trarre da analogie e diversità dei fattori geografici in essi riscontrati. Occorre però ricordare che in questi tre bacini si hanno regimi pluviometrici differenti: infatti, mentre nella Valtellina e nella valle dell'Adige si ha un massimo estivo e un minimo invernale, quindi un tipico regime continentale, nella Val d'Aosta la variazione mensile delle piogge pre-

senta un minimo invernale e un massimo principale in autunno. La diversità dei regimi pluviometrici ha conseguenze importanti sulla nevosità e sulla durata del manto nevoso, soprattutto in Val d'Aosta, in quanto l'esistenza di un massimo principale in autunno ed uno secondario in primavera provocherà precipitazioni nevose abbondanti già dall'autunno, che continueranno poi fino alla primavera inoltrata, e un maggior numero di giorni nevosi rispetto agli altri due grandi bacini considerati. La particolare disposizione geografica delle tre valli considerate, cioè la direzione nel senso dei paralleli, prevalente nella Val d'Aosta e in Valtellina, ma riscontrabile anche nell'Alto Adige (in Val Venosta e in Val Pusteria) rappresenta invece un fattore che favorisce questa comparazione, in quanto determina in ognuno dei tre bacini differenze di esposizione, con conseguente maggiore apporto di precipitazioni nevose nel versante esposto a nord e minore in quello esposto a sud.

I dati utilizzati per questo studio sono le medie fornite dal Servizio Idrografico relative al quarantennio di osservazioni 1921-1960 (1). Prima di esaminare i valori medi della nevosità di cui disponiamo per i tre grandi bacini, è però opportuno un breve esame critico della distribuzione delle stazioni di osservazione.

Nella Val d'Aosta e nella valle dell'Adige la distribuzione planimetrica è abbastanza soddisfacente, mentre per quanto riguarda la Valtellina le stazioni non sono egualmente distribuite in tutta l'area considerata, ma si presentano più addensate in certe zone e più rarefatte in altre. Tutto il versante settentrionale delle Alpi Orobie vede un forte addensamento di stazioni e la sola Val San Giacomo (che porta al Passo dello Spluga) ne ha ben 4 a quote diverse; il versante destro, cioè quello esposto a sud, presenta una sola stazione in Val Malenco, mentre tutta l'alta Valtellina, a monte di Madonna di Tirano, presenta un numero di stazioni assai scarso. Tra queste vi è quella di Santa Caterina Valfurva, posta nel versante settentrionale del gruppo dell'Ortles-Cevedale, ma il fatto che fornisce dati poco attendibili ci ha indotto a scartarla.

(1) Non tutte le stazioni presentano i dati dell'intero quarantennio; per alcune il periodo di osservazione è minore, ma non inferiore, in genere, ai 25 anni, e sufficiente, quindi, a fornire medie valide.

Per quanto riguarda la Val d'Aosta, bisogna premettere che le stazioni di cui abbiamo utilizzato i dati sono distribuite con una certa irregolarità quanto ad altimetria, soprattutto perché se ne hanno solo 4 a quote maggiori di 1500 m (a 1664, a 1850, a 2340 e infine a 2526 m). Con tale scarsità di dati per le alte quote i risultati da noi ottenuti sono da prendere in considerazione con una certa cautela. Le stesse medie di alcune fra le suddette stazioni lasciano qualche perplessità, come i soli 16 giorni nevosi ogni anno a Valsavaranche (1545 m) o i 100 giorni di durata del manto nevoso a Saint-Oyen (1327 m): valori decisamente discutibili perché troppo bassi (2). Per quanto riguarda il periodo di osservazione, nessuna stazione presenta un intero quarantennio di dati, ma si va da un minimo di 17 ad un massimo di 36 anni.

Anche per la Valtellina le stazioni sono distribuite con una certa uniformità secondo le fasce altimetriche, ma con una certa carenza per le massime altitudini; comunque, tutti gli intervalli altimetrici di 200 in 200 m sono rappresentati da almeno una stazione fino a 2332 m (3).

Nella valle dell'Adige le stazioni (un centinaio) sono ben distribuite in ogni fascia altimetrica di 200 in 200 m e i dati che esse forniscono sono, in genere, attendibili, anche se qualche leggera perplessità può sorgere quando si considerano le quantità di precipitazioni nevose annue che ci offrono le 4 stazioni poste tra i 1800 e i 2000 m (tra 306 e 642 cm), oppure le precipitazioni nevose, 378 cm, e i giorni di neve, 27, della Paganella, a 2125 m, sensibilmente inferiori alle quantità registrate a minori altitudini; però F. Donà considera tale flessione della nevosità tra i 1800 e i 2200 m nell'area del Trentino e dell'Alto Adige come un fatto accertato, come un'anomalia costante di cui, peraltro, è difficile

(2) Non è stata presa in considerazione per questo studio la stazione di Châtillon, a 551 m, perché l'altezza delle precipitazioni nevose, 38 cm, il numero dei giorni nevosi, 5, e il numero dei giorni di permanenza del manto nevoso, 11, sono decisamente inferiori a quanto ci dovremmo attendere. Evidentemente l'esposizione gioca qui un ruolo decisivo.

(3) La stazione di Santa Caterina Valfurva, come si è detto, è stata scartata perché, sita a 1740 m, registra solo 204 cm di neve annua e solamente 60 giorni di permanenza del manto nevoso.

dare una spiegazione (4). Dopo questa stazione vi è più in alto solo quella della Diga del Careser (2600 m), che fornisce dati da considerare attentamente in rapporto alla sua altitudine (5).

Utilizzando, dunque, i dati di tutti questi osservatori, abbiamo studiato con particolare attenzione la distribuzione altimetrica delle precipitazioni, dei giorni nevosi e della durata del manto nevoso, allo scopo di riconoscere una qualche regola generale in tale andamento. Dai dati a nostra disposizione sono state ricavate le medie con il seguente procedimento: sono state raggruppate le stazioni secondo l'altimetria con intervalli di 200 m a partire dalla quota di 200 m s.m. Di questi gruppi sono stati calcolati l'altitudine media, l'altezza media delle precipitazioni in cm, il numero dei giorni nevosi e la durata del manto nevoso; dalle medie per ogni fascia di 200 m si è partiti per fare le interpolazioni successive di 100 in 100 m, ottenendo così medie attendibili.

Ci è sembrato utile poi stabilire un confronto con lavori effettuati da vari autori per gli stessi bacini e più esattamente: L. Ogliaro, che ha fatto oggetto di un suo studio le precipitazioni nevose nei rilievi del Piemonte durante il trentennio 1929-1958; S. Belloni, che ha condotto un ampio studio sul clima della Valtellina, utilizzando un decennio di osservazioni (1957-1966); F. Donà, che ha esaminato le precipitazioni nevose e l'innevamento della regione veneta per oltre un ventennio (1922-1944); E. Kossinna, che ha studiato le precipitazioni nevose delle Alpi Orientali durante il periodo 1896-1918 (6).

Nello studio della Ogliaro sono state considerate per la Val d'Aosta 34 stazioni dell'Ufficio Idrografico del Po, alcune delle quali, però, non hanno funzionato per periodi più o meno lunghi,

(4) F. DONA', *Programma di studio e nota preliminare sulla distribuzione altimetrica del manto nevoso e delle precipitazioni nevose nella regione veneta*, in « Atti XV Congr. Geogr. Ital., Torino, 1950 », pp. 244-252.

(5) Nell'analisi di questo bacino abbiamo ritenuto opportuno scartare i dati che si riferiscono alle stazioni di Glorenza, Mazia, Tolle di Sopra, Bagni Lad, Meltina, Bressanone, Ponte Gardena, Cardano e Sarentina, perché i valori forniti per l'altezza della neve, il numero dei giorni nevosi e la durata del manto nevoso sono decisamente inferiori a quelli che si hanno per stazioni ad altezze non dissimili.

(6) L. OGLIARO, *Frequenza, permanenza e ciclo della neve in Piemonte nel trentennio 1929-1958*, Torino, 1971 (Pubbl. Ist. Geogr. Alp., vol. 17); S. BELLONI, *Il clima della Valtellina in relazione alla difesa del suolo*, « Mem. Ist. Lomb., Acc. Sc. e Lett., Classe Sc. Mat. e Nat. », vol. XXVI, Mem. 1, Milano, 1969; cfr. p. 76; E. KOSSINNA, *Die Schneedecke der Ostalpen*, in « Wissen. Veröffent. Deutschen Museum für Landeskunde », Lipsia, 1939, pp. 69-94; cfr., in particolare, p. 91.

che arrivano anche a 15 anni. Per alcune fasce altimetriche (di 200 in 200 m) le stazioni si riducono ad 1 o 2 appena, per cui si può avere qualche dubbio circa l'attendibilità dei risultati.

Nello studio del Belloni vengono forniti i dati di 16 osservatori non ben distribuiti tra le varie fasce altimetriche, poiché mancano i dati sulle precipitazioni nevose nella zona compresa fra 400 e 600 m, fra 1200 e 1400 m e fra 2000 e 2200 m, e inoltre esiste una sola stazione negli intervalli altimetrici 600-800, 1400-1600 e 2200-2400. Lasciano qualche perplessità, poi, i dati della stazione di Lago Cancano (2000 m), per la quale vengono riportati solo 24 giorni di neve e solo 170 giorni di durata del manto nevoso. Nel fare il confronto con i dati del Servizio Idrografico da noi utilizzati abbiamo scartato la stazione di Bormio (1225 m), la quale presenta un valore eccessivamente basso, rispetto alla sua altitudine, per ciò che riguarda i giorni con manto nevoso, che sono 86.

Il Donà ha preso in esame i dati di 22 anni di osservazioni di una serie di stazioni, ben 118, distribuite nell'Alto Adige e nel Trentino, con una ripartizione che vede un buon numero di osservatori alle medie e basse altitudini e viceversa pochi nelle parti più elevate. Egli ha calcolato le medie delle precipitazioni nevose e la durata media del periodo più lungo di ininterrotto innevamento di ogni stazione, e successivamente ha ricavato le medie di questi fenomeni per ogni intervallo altimetrico di 200 metri.

Nell'ampio studio del Kossinna per la valle dell'Adige sono riportati i dati di 47 stazioni ben distribuite alle varie quote, con una certa carenza solo per quelle più elevate, avendosi una sola stazione oltre i 2000 m, e precisamente Monteneve in Passiria (Schneeberg im Passeier), a 2366 m. Qualche lieve perplessità si può avere di fronte ai dati forniti dall'intervallo altimetrico 1600-1800, dove una stazione a 1800 m ha solo 233 cm di neve annua e un'altra, a 1991 m, soltanto 266 cm; ciò, comunque, fornirebbe una qualche conferma alla constatazione del Donà sulla diminuzione dell'altezza della neve nell'intervallo altimetrico 1800-2000 m. D'altra parte, il buon numero delle stazioni e l'intervallo di tempo considerato (1896-1918) rendono senz'altro accettabili i dati forniti dallo studioso austriaco, anche se il periodo esaminato è stato tra i più ricchi di precipitazioni nevose.

2. *Le precipitazioni nevose e i giorni nevosi.* — Per lo studio della distribuzione geografica della neve nei tre bacini è estremamente utile l'esame della carta della precipitazione nevosa media annua pubblicata dal Servizio Idrografico con i dati del quarantennio 1921-60; questa mostra la ripartizione planimetrica delle cadute di neve in cm e possiamo notare come, in linea generale, le precipitazioni aumentino con il crescere dell'altitudine e come l'andamento delle isonife ricalchi in una certa misura quello delle isopse. Ciò è bene spiegabile, se si tien conto del comportamento della temperatura che, in media, subisce una diminuzione di $0,6^{\circ}$ ogni 100 m di incremento altimetrico.

Per la Val d'Aosta l'isonifa di 50 cm interessa il fondovalle da Pont-Saint-Martin a Châtillon; precipitazioni fino a 100 cm si registrano sempre nella parte meno elevata della valle comprendente Saint-Vincent e Aosta. A meno di 200 cm possono arrivare anche località poco al di sopra di 1500 m, come Valsavaranche. I massimi valori delle precipitazioni nevose, cioè da oltre 400 cm fino a più di 600, si presentano in tutto il massiccio del Gran Paradiso, dal confine di Stato fino ai rilievi sovrastanti il centro di Pont-Saint-Martin, cioè nel versante meridionale della Val d'Aosta. Nettamente minore è l'estensione delle aree a forte precipitazione nevosa nel versante settentrionale, poiché solo i rilievi più elevati presentano valori superiori a 400 cm di neve, come il Monte Bianco, il Monte Dolent, il Grand Combin, il Cervino e il Monte Rosa. Se minore è l'estensione dell'area, tuttavia le precipitazioni nevose vi raggiungono i massimi di tutto l'arco alpino italiano; infatti, le stazioni di Lago Gabiet (2340 m) e di Lago Gaillet (2526 m) danno rispettivamente 615 cm e 689 cm, mentre per la stazione del Gran San Bernardo (2473 m), situata in una posizione tutta particolare che ne accentua le precipitazioni, osservazioni di 116 anni forniscono una media annua di 14,3 m di neve (7), e per le massime quote del Monte Bianco autori francesi valutano in 45-50 m la quantità annua della neve fresca (8).

Anche in Valtellina si osserva un deciso parallelismo tra isoni-

(7) B. JANIN, *Le Col du Grand-Saint-Bernard. Climat et variations climatiques*, Aosta, Impr. Marguarettaz-Musumeci, 1970 (si veda in particolare p. 47).

(8) Ch.-P. PÉGUY, *La neige*, Parigi, Presses Universitaires de France, 1952 (Coll. « Que sais-je? », 538); cfr. p. 48.

fe e isoipse. L'area con 75 cm di neve comprende il fondovalle della Valtellina fino a Madonna di Tirano, ma, mentre essa si estende fin quasi al fondo della valle sulla sinistra dell'Adda, dove il versante è esposto a nord, nel versante a solatio l'isonifa supera anche i 1500 m di altitudine. Sul versante sinistro dell'Adda le isonife si susseguono a brevi intervalli, superando i 400 cm di neve sulle cime più elevate; sul versante destro, a solatio, abbiamo la stazione di Bormio che, a oltre 1200 m, ha precipitazioni nevose inferiori a 200 cm; su questo versante i massimi di nevosità si hanno naturalmente sulle cime più elevate (Bernina), dove si superano i 500 cm. Questi valori si riscontrano anche alla estremità orientale della vallata, nei massicci dell'Ortles e dell'Adamello (600 cm e più). Ampia è la zona racchiusa dall'isonifa dei 400 cm, che comprende le aree più elevate delle Alpi Orobie; ciò probabilmente è dovuto anche all'elevata piovosità che si riscontra in questo gruppo montuoso.

Anche per le quote più basse della valle dell'Adige si notano precipitazioni nevose scarse, inferiori a 50 cm annui, come nella bassa Val Pusteria, nella valle dell'Isarco da Bressanone a Bolzano e nella valle dell'Adige da Bolzano a Trento. L'isonifa dei 100 cm racchiude gran parte della Val Venosta e della Val Passetto fino ai 1500 m e anche la media e bassa Val Pusteria, parte della Val Sarentina, gran parte della Val di Sole e della Val di Non e la valle dell'Adige da poco a sud di Bolzano fino a Rovereto al di sotto dei 1500 m. Precipitazioni superiori ai 100 cm si hanno nel resto dei rilievi atesini seguendo l'andamento delle isoipse. Si toccano e si superano i 500 cm di neve nel gruppo dell'Ortles-Cevedale e nell'Adamello-Presanella, con aree anche superiori a 600 cm. Nel versante orientale atesino i valori delle precipitazioni appaiono minori, dato che nel gruppo della Marmolada si superano di poco i 400 cm e i 500 solo verso il Passo Rolle, le Pale di San Martino e la Cima d'Asta. Sensibilmente inferiori sono i valori delle precipitazioni nei rilievi settentrionali del bacino, dato che si superano i 300 cm solo alla Palla Bianca (Alpi Venoste), mentre nella Valle Aurina (Alpi Noriche) non si giunge neppure a questo valore.

Da tutto questo si deduce una progressiva diminuzione delle precipitazioni, nel bacino dell'Adige, in senso ovest-est.

Interessante è anche la distribuzione planimetrica del numero dei giorni con precipitazioni nevose.

Nella Val d'Aosta il minimo si registra nel fondovalle della Dora Baltea, dove il valore più basso è dato da Châtillon, con 5 giorni. Il fondovalle, con scarsa piovosità, porta al valore anch'esso piuttosto basso di Aosta (10 giorni). Questa caratteristica, cioè la scarsa frequenza della neve, è comune anche ad altezze piuttosto elevate, tanto che abbiamo solo 26 giorni di neve a Courmayeur e una situazione identica, e spesso con valori inferiori, nelle vallate laterali (24 giorni a Ussin, 22 a Saint-Oyen e addirittura solo 16 giorni a Valsavaranche). La frequenza della neve presenta valori alti nelle tre stazioni che si trovano nell'area Cervino-Monte Rosa, che sono comunque le più elevate della valle, con un numero di giorni nevosi compreso tra 46 e 55.

Per la Valtellina la frequenza della neve registra valori alti soprattutto nelle Alpi Orobie, nelle stazioni più elevate (dove si arriva a 41 giorni di neve), e nella Val San Giacomo, nel versante occidentale; frequenze non elevate si hanno nell'alta Valtellina, soprattutto perché le poche stazioni esistenti hanno un'esposizione che non favorisce le precipitazioni nevose (come Bormio e Santa Caterina Valfurva). La mancanza di stazioni nivometriche nel fondovalle non permette di trarre conclusioni sulla frequenza della neve nelle zone di bassa altitudine.

Nel bacino dell'Adige notiamo che il numero dei giorni di neve rimane basso nei fondovalle dell'Adige, dell'Isarco e degli altri affluenti, almeno nel loro corso medio e inferiore (raramente infatti si giunge a 10 giorni nevosi). Valori più elevati, in ogni caso inferiori a 20 giorni, si hanno nei rilievi della parte centrale del bacino dell'Adige e in quasi tutta la parte settentrionale e orientale. Si superano invece i 20 giorni all'anno con precipitazioni nevose nei massicci dell'Ortles-Cevedale e dell'Adamello, nel Gruppo di Brenta, nella Marmolada; in alcuni di questi rilievi si hanno anche più di 40 giorni nevosi, fino a toccare i 52 giorni di Careser, nel gruppo del Cevedale.

Se confrontiamo la distribuzione planimetrica delle precipitazioni nevose annuali nei tre bacini presi in esame, la prima considerazione da fare è la notevole coincidenza tra isoipse e isonife

in Val d'Aosta, mentre negli altri due grandi bacini è l'esposizione che gioca un ruolo importante, determinando minori precipitazioni sui versanti esposti a mezzogiorno, come si può notare particolarmente in Valtellina. L'isonifa di 100 cm, mentre in Val d'Aosta racchiude un'area ristretta ad un breve settore alle quote più basse, comprende in Valtellina gran parte del fondovalle e le prime pendici dei rilievi settentrionali (a solatio) fino alle quote di 1500 m; nella valle atesina la stessa isonifa comprende ampie aree del fondovalle dell'Adige, dell'Isarco, della Rienza e anche brevi settori superiori ai 1500 m di quota. L'isonifa di 200 cm, che comprende in Val d'Aosta e in Valtellina un'area evidentemente più grande dell'isonifa precedente, ma che si distende più o meno parallelamente a questa, nel bacino dell'Adige comprende un territorio molto vasto che racchiude quasi tutto il bacino dell'Isarco, il bacino della Rienza, il bacino superiore dell'Adige, la Val di Non, la Val di Cembra. Inoltre le aree al di sopra di 400 cm sono molto estese in Val d'Aosta (massiccio del Gran Paradiso e rilievi dello spartiacque), discretamente vaste nelle Alpi Orobie, nel Bernina; nel bacino dell'Adige si estendono solo ai bordi estremi, come al Cevedale, all'Adamello e brevi aree alla Marmolada e alla Cima d'Asta.

La distribuzione planimetrica dei giorni nevosi vede, in Val d'Aosta, un numero di giorni di precipitazioni superiore a quello degli altri bacini. Infatti la linea dei 25 giorni nevosi all'anno comprende circa la metà della Val d'Aosta, oltre i tre quarti della Valtellina e i quattro quinti della vallata dell'Adige; la linea dei 50 giorni delimita inferiormente un'area che comprende i principali rilievi della Val d'Aosta, mentre negli altri due bacini è del tutto assente, se si eccettuano le massime quote dell'Ortles e dell'Adamello ai limiti dei due settori.

3. *La distribuzione altimetrica delle precipitazioni e dei giorni nevosi nei tre bacini.* — Iniziando dalla Val d'Aosta, dall'altitudine di 400 m, dove si hanno in media 50 cm di neve all'anno, si sale fino ai 1300 m con un andamento regolarmente crescente, cioè con un aumento di 16-18 cm ogni 100 m di dislivello; si hanno infatti 155 cm di neve a 1000 m di altitudine e 204 cm a 1300 m. Vi è, a queste quote, una stasi nella quantità delle precipitazioni

ALTEZZA DELLA NEVE FRESCA IN CENTIMETRI

Altitudine (m s.m.)	Valle d'Aosta	Valltellina		Bacino dell'Adige		
	(cm)	Serv. idrogr. (cm)	Belloni (cm)	Serv. idrogr. (cm)	Kossinna (cm)	Dorzi (cm)
300			59	37	58	28
400	50		79	47	74	35
500	69		99	57	91	40
600	88		119	70	103	46
700	105		139	83	111	68
800	122	75	151	83	124	91
900	138	83	153	83	137	101
1000	155	114	189	98	174	111
1100	172	178	235	117	206	124
1200	189	234	268	136	210	138
1300	204	291	300	156	213	160
1400	205	319	333	185	276	183
1500	206	339	366	214	345	204
1600	271	382	396	244	324	226
1700	368	425	426	275	300	345
1800	367	469	456	354	369	465
1900	391	476	488	440	455	425
2000	441	478	521	439	531	384
2100	493	496	554	391	601	415
2200	543	544	586	403	671	447
2300	594	591	619	436	741	534
2400	638			470		621
2500	678			504		648
2600				538		676

LE PRECIPITAZIONI NEVOSE E IL MANTO NEVOSO IN VAL D'AOSTA ECC.

NUMERO DEI GIORNI NEVOSI

Altitudine (m. s. m.)	VALLE D'AOSTA		VALTELLINA		BACINO DELL'ADIGE
	Servizio Idrogr.	Ogliaro	Servizio Idrogr.	Belloni	Servizio Idrogr.
300				5	5
400	6			7	6
500	8			8	6
600	10			10	7
700	12			12	8
800	14	13	10	13	10
900	16	14	11	13	12
1000	18	16	13	16	13
1100	20	18	16	18	15
1200	22	20	20	21	17
1300	24	22	24	22	19
1400	23	22	25	23	21
1500	22	23	26	25	23
1600	27	28	28	29	24
1700	38	33	30	33	26
1800	43	41	33	30	29
1900	47	46	36	33	32
2000	48	49	38	36	31
2100	50	52	39	41	28
2200	52	53	40	46	30
2300	54	53	41	51	36
2400	54	54			41
2500	53				46
2600					52

nevose (205 cm a 1400 m e 206 cm a 1500), seguita da una brusca ripresa, tanto che si arriva a 368 cm a 1700 m. Le precipitazioni non subiscono aumenti nei 100 m successivi, poi l'incremento si fa sensibile e costante (circa 50 cm in più ogni 100 m di altitudine da 1900 m in poi), registrandosi a 2000 m 441 cm di neve, a 2300 m 594 cm e a 2500 m 678 cm (fig. 1).

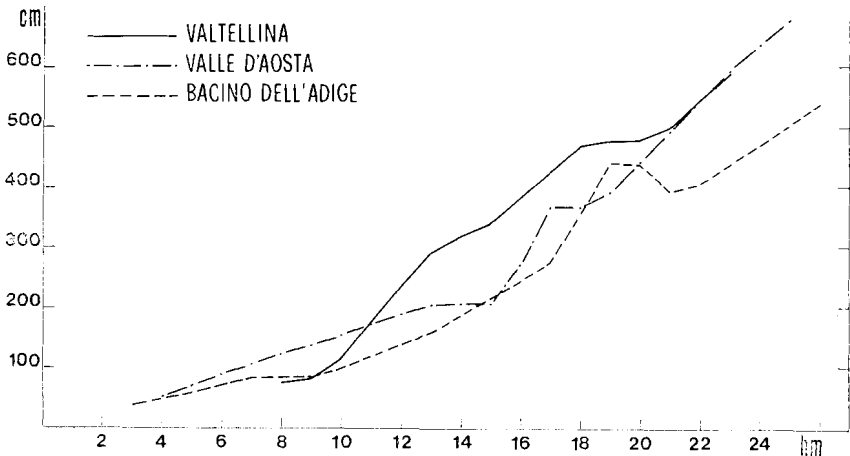


FIG. 1 — ALTEZZA DELLA NEVE FRESCA (in cm).

Regolare è pure l'aumento del numero dei giorni nevosi con il crescere dell'altitudine: da 6 giorni a 400 m si passa a 12 a 700 m, a 18 a 1000 m, a 24 a 1300; fino a questa quota, quindi, la frequenza della neve aumenta di 2 giorni ogni 100 m di altitudine. Più in alto, i giorni nevosi diminuiscono lievemente (sono infatti 22 a 1500 m), per aumentare poi bruscamente con l'ulteriore incremento dell'altitudine: 43 giorni a 1800 m, 48 a 2000, 54 a 2200; a quote più alte la frequenza della neve sembra rimanere stazionaria (53 giorni di neve a 2500 m).

La flessione dei valori della quantità annua di neve e del numero dei giorni nevosi che si registra tra 1400 e 1600 m è dovuta ai valori anomali della stazione nivometrica di Valsavaranche, che a 1545 m di altitudine registra 207 cm di neve in 16 giorni nevosi, sensibilmente inferiori ai dati di stazioni di altezza simile.

Valsavaranche si trova in fondo a una valle profondamente incassata che riceve probabilmente una quantità di neve minore di quanto l'altitudine comporti, mentre il numero dei giorni di permanenza del manto nevoso, come vedremo, non si discosta dalla media normale.

Un raffronto con la frequenza della neve riportata da L. Ogliaro per la Val d'Aosta (9) mostra una notevole concordanza con i dati quarantennali. Risulta, infatti, un gradiente di 2 giorni ogni 100 m fino ai 1300 m (dove si registrano 22 giorni di neve), segue poi una stasi nella frequenza, che aumenta quindi sensibilmente fino ai 2100 m, ritornando ad una certa stabilità da questa quota (52 giorni a 2100 m e 54 a 2400 m).

Per la Valtellina si ha una certa regolarità nell'aumento a partire dai 1000 m, dove si hanno 114 cm, fino ai 1300 m, con un gradiente di circa 60 cm di neve fresca ogni 100 m; poi l'incremento si fa meno sensibile dai 1300 ai 1800 m, poiché la media scende a 20-40 cm ogni 100 m, raggiungendo così i 469 cm a 1800 m. Vi è quindi una pausa nell'aumento delle precipitazioni nevose, che riprendono ad aumentare dai 2100 m in su, con un incremento di circa 50 cm ogni 100 m. Si giunge così a 2300 m con 591 cm di neve fresca all'anno.

Molto più regolare è l'andamento dei giorni nevosi con il crescere dell'altitudine. Alla quota di 800 m la media dei giorni con precipitazioni nevose è di 10 all'anno, mentre a 900 m è di 11 giorni; questo valore cresce piuttosto regolarmente fino ad arrivare a 24 giorni a 1300 m; poi dai 1500 ai 2000 m l'aumento passa a 2-3 giorni nevosi ogni 100 m, riducendosi però ad 1 giorno dai 2000 ai 2300 m, quota alla quale tocca i 41 giorni all'anno (fig. 2).

Nel fare il confronto coi dati riportati da S. Belloni (10), pare di poter rilevare che per l'altezza della neve il decennio preso in considerazione da questo autore deve essere stato ricco di precipitazioni nevose: infatti, dai 59 cm in media, che si hanno a 300 m, si giunge a 139 cm a 700 m, con un gradiente di 20 cm ogni 100 m. Alle quote immediatamente superiori l'incremento si fa

(9) L. OGLIARO, *op. cit.*, p. 104.

(10) S. BELLONI, *op. cit.*, p. 60.

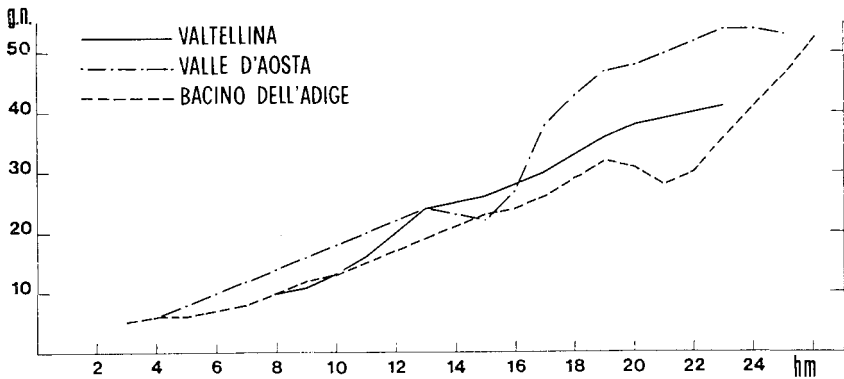


FIG. 2 — DISTRIBUZIONE ALTIMETRICA DEI GIORNI NEVOSI.

piuttosto piccolo, ma fino ai 900 m l'altezza della neve risulta pressoché doppia rispetto alle medie quarantennali del Servizio Idrografico; ancora a 1000 m, in base ai dati del Belloni, si hanno 189 cm di neve, secondo quelli quarantennali solo 114 cm. Dai 1100 m fino ai 2300 m l'incremento delle precipitazioni è molto regolare, circa 30-33 cm ogni hm, mantenendosi sempre superiore ai dati quarantennali, con uno scostamento medio del 10,1%.

Per ciò che riguarda il numero dei giorni con precipitazioni nevose, si nota una maggiore affinità tra i valori forniti dal Belloni e quelli del Servizio Idrografico; tuttavia, dai 300 fino ai 1200 m i primi sono sempre di poco superiori ai corrispondenti dati quarantennali, mentre più in alto, fino ai 1500 m, questi ultimi risultano lievemente superiori; a 1800 m, secondo il Belloni, si ha una diminuzione (30 giorni nevosi), tanto che fino ai 2000 m i suoi dati restano inferiori a quelli del Servizio Idrografico; successivamente, il numero delle giornate con precipitazioni nevose cresce di nuovo fino ad arrivare, a 2300 m, a 51 all'anno, ciò che non accade nelle medie quarantennali.

Nel bacino dell'Adige l'altezza media delle precipitazioni nevose a 300 m è di 37 cm e aumenta poi di 10-13 cm ogni 100 m di altitudine fino ai 700 m; da tale quota sino a 900 m si ha un aumento medio costante di 83 cm. Poi le precipitazioni aumentano di nuovo di circa 20 cm ogni 100 m fino ai 1300, e poi di 30 cm fino ai 1700 m; a questa quota si toccano i 275 cm. Un brusco

incremento di 80 cm ogni 100 m si registra fino ai 1900 m (440 cm), seguito da una diminuzione sensibile ai 2100 m (391 cm). Dopo i 2200 m l'aumento è piuttosto regolare fino a 2600 m, mantenendosi sui 35 cm ogni 100 m, e alla massima quota si toccano i 538 centimetri.

Esaminando la frequenza della neve, notiamo che si hanno 5 giorni nevosi a 300 m e 8 a 700 m; poi, fino ai 1500 m, si registra un aumento costante di 2 giorni ogni hm di altitudine. Tra 1500 e 1900 m l'incremento è irregolare (di 1 o di 3 giorni ogni 100 m) e il numero dei giorni nevosi a quest'ultima quota è di 32; vi è poi una diminuzione, anche se lieve, che tocca il minimo di 28 giorni nevosi a 2100 m; infine l'aumento riprende da questa quota con regolarità (5 giorni ogni 100 m) fino a 52 giorni nevosi a 2600 m. La diminuzione della quantità di neve caduta intorno alla quota di 2100 m e la diminuzione del numero dei giorni nevosi alle stesse quote dipendono dai valori, sensibilmente inferiori a quanto sarebbe lecito attendersi, della stazione della Paganella (2125 m), che porta ad un abbassamento anche dei valori degli intervalli altimetrici vicini (11).

I risultati cui giunge F. Donà (12), utilizzando le medie delle precipitazioni nevose di oltre un ventennio delle stazioni dell'Alto Adige e del Trentino, conducono a valori, in genere, inferiori a quelli delle medie quarantennali fino alla quota di 700 m, per proseguire poi con altezze della neve un poco superiori, fino ai 1500 m; vi è quindi un brusco aumento fino a 465 cm a 1800 m. Segue una forte diminuzione che tocca i valori minimi (348 cm) a 2000 m; notevole è, poi, l'aumento che si registra alle quote elevate fino a giungere a 676 cm a 2600 m, ben superiore quindi a quello che si registra alle massime quote secondo le medie quarantennali.

Per il bacino dell'Adige è interessante confrontare i dati del Servizio Idrografico con i risultati ottenuti da E. Kossinna (13). Per ciò che riguarda la quantità delle precipitazioni nevose, i valori medi forniti da questo studioso ci dicono che a 300 m cadono

(11) Si è già detto come questa sia l'unica stazione dell'intervallo altimetrico 2000-2200 m; l'altezza della neve è di 378 cm, mentre i giorni nevosi sono 27.

(12) F. DONÀ, *op. cit.*, p. 248.

(13) E. KOSSINNA, *op. cit.*

58 cm di neve ogni anno (37, secondo le medie del Servizio Idrografico); l'aumento piuttosto irregolare che si ha più in alto porta la quantità di neve caduta a 900 m di altezza a 137 cm e a 174 cm a 1000 m, mentre con i dati del Servizio Idrografico a questa quota si hanno 98 cm. I dati del Kossinna mostrano un incremento piuttosto piccolo tra i 1100 e i 1300 m, che diventa però considerevole nei 200 m successivi, tanto che a 1500 m la neve caduta assomma a 345 cm; più in alto la quantità di neve annua diminuisce fino a toccare i 300 cm a 1700 m; da questa quota fino ai 2300 m inizia un aumento sensibile e regolare di circa 70 cm ogni 100 m di altezza (14).

I valori del periodo 1896-1918 si presentano sensibilmente superiori ai dati del Servizio Idrografico del quarantennio 1921-60; se ne può dedurre a prima vista che nel primo ventennio di questo secolo le precipitazioni nevose sul bacino dell'Adige sono state più abbondanti di quanto si sia verificato in periodi successivi, fino al 1950. Ciò, del resto, è comprovato dagli studi sulle recenti variazioni del clima.

Per poter avere un ulteriore confronto fra i tre bacini, i dati delle precipitazioni nevose e dei giorni nevosi sono stati anche elaborati con un calcolatore elettronico Olivetti/Programma 101, impostato per ricavare il coefficiente di correlazione lineare e l'espressione matematica della retta che mette in relazione i fenomeni esaminati con l'altitudine (15).

Riguardo alle precipitazioni nevose, la correlazione tra la media annua di queste e l'altitudine è espressa per la Val d'Aosta dalla formula $N = 28,8 h - 135,8$ (dove N rappresenta la precipitazione annua della neve in cm, mentre h indica l'altitudine in hm); per la Valtellina si è ottenuto: $N = 36,6 h - 223,6$; per il bacino dell'Adige: $N = 20,0 h - 75,6$. Invece, nello studio di T. Gazzolo e M. Pinna (16) le relazioni ottenute per i tre settori

(14) Come rileva E. KOSSINNA (*op. cit.*), il forte aumento delle precipitazioni nevose oltre i 1700 m dipende in gran parte dai dati di una sola stazione, Monteneve in Passiria, a 2366 m, che ha precipitazioni nevose annue di 788 cm, notevolmente superiori a quelle della stazione di Careser (2600 m) del Servizio Idrografico, che presenta 538 cm di neve annua.

(15) I coefficienti di correlazione ottenuti per i due tipi di dati e per i tre bacini sono risultati attendibili, variando da 0,977 a un minimo di 0,836.

(16) MIN. LL.PP., SERV. IDROGR., *La nevosità in Italia nel quarantennio*

alpini in cui si trovano i bacini esaminati sono rispettivamente: $N = 29,6 h - 106,2$ per le Alpi Occidentali; $N = 32,9 h - 120,6$ per le Alpi Centrali; $N = 23,1 h - 81,7$ per le Alpi Orientali.

Da ciò è evidente che, per i tre bacini presi in esame, le precipitazioni risultano lievemente inferiori ai valori che prendono nei rispettivi settori.

Le rette che rappresentano i rapporti tra le precipitazioni nevose annue e le altitudini per i tre bacini idrografici mostrano che per la Val d'Aosta la quantità media annua di precipitazione nevosa aumenta di circa 20 cm per ogni incremento altimetrico di 100 m e per la Valtellina di 35 cm, mentre per il bacino dell'Adige si ha un incremento sensibilmente inferiore, dato che l'altezza annua della neve fresca aumenta di 20-25 cm ogni 100 metri.

La correlazione tra giorni nevosi e altitudine è data, per la Val d'Aosta, dalla formula $Gn = 2,3h - 6,2$ (dove Gn rappresenta il numero annuo dei giorni nevosi ed h indica l'altitudine in ettometri); per la Valtellina: $Gn = 2,2 h - 8,0$ e per il bacino dell'Adige: $Gn = 1,7 h - 2,3$. Tali formule sono molto simili e quelle ricavate per i tre settori alpini, che danno, infatti, per le Alpi Occidentali: $Gn = 2,3 h - 4,5$; per le Alpi Centrali: $Gn = 2,3 h - 5,3$; per le Alpi Orientali: $Gn = 1,8 h - 3,1$.

Le correlazioni fra i tre grandi bacini sono quindi molto vicine, dato che per ogni 100 m di dislivello si ha un incremento di 2,3 giorni nevosi in Val d'Aosta, 2,2 giorni in Valtellina e 1,7 giorni nel bacino dell'Adige.

Confrontando l'altezza della neve caduta in un anno nei tre bacini esaminati si possono fare interessanti considerazioni sulle variazioni delle precipitazioni nevose nell'arco alpino italiano con il procedere da occidente verso oriente. A 400 m di altitudine la differenza della caduta della neve è minima; si hanno, infatti, 50 cm in Val d'Aosta e 47 nel bacino dell'Adige; alla quota di 800 m si ha per la Valtellina una media di 75 cm, che è inferiore a quella che si registra negli altri due bacini a eguale altitudine: 122 cm in Val d'Aosta e 83 cm nel bacino dell'Adige. A 1000 m, tuttavia, le differenze sono sensibili, registrandosi rispettivamente da ovest

1921-1960 (*Gelo, neve e manto nevoso*). Pubbl. n. 26 del Serv., Roma, Ist. Poligr. dello Stato, 1973; cfr. p. 113.

a est 155 cm, 114 cm e 98 cm. A 1500 m si manifesta nella Val d'Aosta quell'irregolarità che porta ad una diminuzione della nevosità, e quindi il valore di 206 cm è piuttosto anomalo, mentre per la Valtellina abbiamo 339 cm e per il bacino dell'Adige 214 cm. Dai 1100 ai 2100 m è la Valtellina ad avere una quantità di precipitazioni nevose sensibilmente superiore a quella degli altri bacini. A 2000 m si ritorna ad una certa concordanza di valori, in quanto si hanno 441 cm di neve in Val d'Aosta, 478 cm in Valtellina e 439 cm nella valle dell'Adige. A 2300 m si hanno 594 cm nel bacino della Dora Baltea, 591 cm in Valtellina e 436 nel bacino dell'Adige. Considerando valori più elevati, che tuttavia mancano per la Valtellina, si può notare come nella Val d'Aosta le precipitazioni siano più cospicue: a 2500 m, abbiamo qui 678 cm e 504 cm nella valle dell'Adige. Quindi è questa valle che, a partire dai 2000 m, ha una quantità di precipitazioni nevose sensibilmente inferiore alle altre due.

Il confronto tra il numero dei giorni nevosi che si registrano alle varie quote nelle tre valli considerate è ancor più significativo, perché si verificano in minor misura, in questo caso, le differenze e le anomalie che marcano invece le precipitazioni nevose.

A 400 m il numero dei giorni nevosi, 6 in un anno, è identico per la Val d'Aosta e la valle dell'Adige. A 1000 m le differenze cominciano a farsi sensibili, in quanto i giorni nevosi sono 18 in Val d'Aosta, 13 in Valtellina e nel bacino dell'Adige. A 1300 m si hanno 24 giorni nevosi sia in Val d'Aosta che in Valtellina, mentre sono solo 19 nel bacino dell'Adige; ad altezze di poco superiori si hanno alcune disformità, soprattutto in Val d'Aosta; a 2000 m si presentano nuovamente differenze sensibili dato che si hanno 48 giorni nevosi in Val d'Aosta, 38 in Valtellina e 31 nella valle dell'Adige. Questa differenza significativa, caratterizzata da un numero di giorni nevosi, in genere, decrescente dalle Alpi Occidentali alle Alpi Orientali, prosegue anche a quote più alte, registrandosi infatti a 2300 m, rispettivamente, 54, 41 e 36 giorni nevosi.

4. *Il manto nevoso.* — Nella Val d'Aosta la distribuzione planimetrica della permanenza del manto nevoso ricalca, in linea di massima, l'andamento delle curve altimetriche e mostra nel fon-

dovalle della Dora Baltea da Pont-Saint-Martin fino ad Aosta una durata inferiore a 50 giorni all'anno; le altre stazioni di osservazione situate all'imbocco delle valli laterali presentano almeno 100 giorni con neve al suolo, mentre quelle più elevate si avvicinano ai 200 giorni e li superano al di sopra di 2000 m.¹ In pratica, non vi è differenza apprezzabile tra il versante sinistro e quello destro della Dora Baltea.

Nel fondovalle della Valtellina la durata del manto nevoso è molto inferiore a 50 giorni all'anno (la stazione più bassa, a oltre 700 m, presenta 52 giorni di manto nevoso), poi si ha un aumento regolare con l'altitudine. Nelle Alpi Orobie i valori più alti (intorno ai 200 giorni) si riscontrano nella parte occidentale, mentre, andando verso est, la durata diminuisce. Abbastanza elevata è, poi, la permanenza del manto nevoso nella Val San Giacomo, mentre nelle Alpi Retiche la durata del manto nevoso sembra assumere valori inferiori a parità di altitudine.

Nel bacino dell'Adige la permanenza del manto nevoso è breve in tutto il fondovalle, tanto che fino a Merano e a Ponte Gardena non si superano i 25 giorni e nel fondovalle della Val Venosta fino a Glorenza, nella Val Passiria e nel medio Isarco non si superano i 50 giorni. La durata del manto è inferiore a 100 giorni nell'area compresa tra la Val di Sole e Bolzano, in tutto il fondovalle dell'Isarco, in gran parte della Val Pusteria, nel fondovalle della Val di Fassa e della Val di Fiemme; la zona compresa tra una permanenza del manto nevoso di 100 giorni e quella di 150 copre gran parte del restante territorio atesino; una durata superiore a 150 giorni si riscontra solo in limitate aree, in genere oltre i 1600 m, e cioè nei massicci dell'Ortles e dell'Adamello, nei Monti Sarentini e nei rilievi che segnano lo spartiacque settentrionale e orientale del bacino dell'Adige. Le sole due stazioni che presentano permanenza del manto nevoso superiore a 200 giorni sono quella di Passo Rolle (206) e quella del Careser (223).

Passando ad esaminare la permanenza del manto nevoso in rapporto all'altitudine, notiamo che nella Val d'Aosta la durata cresce regolarmente con l'aumentare della quota. Infatti, si passa dai 29 giorni di permanenza del manto nevoso a 400 m di altezza ai 131 giorni a 1500 m, con un regolare aumento di 9-10 giorni ogni 100 m; poi, dopo un incremento in misura doppia della pre-

GIORNI DI MANTO NEVOSO

Altitudine (m s.m.)	VALLE D'AOSTA		VALTELLINA		VALLE DELL'ADIIGI	
	Servizio Idrogr.	Ogliaro	Servizio Idrogr.	Belloni	Servizio Idrogr.	Kossinna
300				32	28	39
400	29			39	35	45
500	37			46	41	52
600	47	39		53	45	57
700	57	43		60	49	61
800	66	60	55	67	54	70
900	76	75	61	74	59	82
1000	85	80	79	96	72	93
1100	95	83	104	119	87	104
1200	104	88	117	132	95	115
1300	114	112	129	145	102	126
1400	123	122	147	158	114	138
1500	131	133	167	171	127	149
1600	150	147	173	174	132	148
1700	174	166	179	177	135	146
1800	177	175	186	182	151	165
1900	183	184	186	192	169	189
2000	191	193	175	198	178	205
2100	199	202	172	205	183	217
2200	207	210	189	211	191	228
2300	215	213	206	217	199	240
2400	219	215			207	
2500	219				215	
2600					223	

cedente per gli altri 200 m ed una stasi successiva, dai 1800 m con 177 giorni di manto nevoso ai 219 giorni che si registrano alle stazioni più elevate (2400-2500 m), l'aumento è quasi regolare, mantenendosi sui valori di 6-8 giorni in più ogni 100 m successivi di altitudine (fig. 3).

E' interessante rilevare che i valori della durata del manto

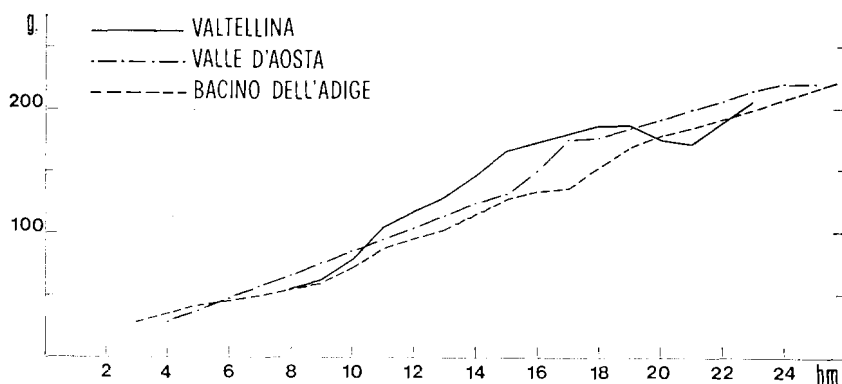


FIG. 3 — DURATA DEL MANTO NEVOSO.

nevoso riportati da L. Ogliaro per la Val d'Aosta (17) risultano simili a quelli sopra riferiti. La Ogliaro ha diviso il periodo da lei considerato in due quindicenni (1929-43 e 1944-58); prendendo, però, il valore medio fra questi e interpolando i dati per altitudini di 100 in 100 m, è possibile riscontrare una notevole identità con quelli da noi utilizzati (80 giorni di permanenza del manto nevoso a 1000 m, 133 giorni a 1500 m, 193 a 2000 m e infine 215 giorni a 2400 m). Dalle medie del quarantennio e dai dati riportati nello studio della Ogliaro si deduce, dunque, che i giorni di permanenza del manto nevoso sono almeno 50 a 700 m di altezza e che più in alto la durata del mantello è funzione dell'altitudine, con un gradiente di 10 giorni circa per ogni incremento altitudinale di 100 metri.

Alcune irregolarità presenta la variazione altimetrica della durata del manto nevoso in Valtellina. Intorno agli 800 m la media è di 55 giorni, poi nei 100 m successivi si ha un incremento lieve, che prosegue successivamente in misura di circa 20 giorni per ogni intervallo altimetrico di 100 m fino a toccare i 104 giorni a 1100 m; da questa quota il gradiente oscilla tra i 12 e i 20 giorni fino a 1500 m; più in alto si attenua a 6-7 fino a 1800 m. Qui si registra addirittura una diminuzione: 175 giorni a 2000 m, che si riducono a 172 a quota 2100; poi il gradiente diventa nuova-

(17) L. OGLIARO, *op. cit.*, p. 104.

mente positivo e regolare con una media di 17 giorni ogni hm, per cui si raggiungono i 206 giorni di manto nevoso a quota 2300. Le discrepanze che si verificano alle alte quote nel regolare aumento della durata del manto nevoso sono da ascrivere ai valori forniti dalla stazione di Lago Truzzo, che a 2065 m registra solo 167 giorni di permanenza del mantello nevoso.

La durata del manto nevoso, per S. Belloni (18), vede un aumento regolare di 7 giorni ogni 100 m dai 300 ai 900 m, toccando a questa quota i 74 giorni; l'incremento si fa quindi più consistente, stabilizzandosi su 13 giorni ogni 100 m da 1100 a 1500 m, eguagliando quasi, con 171 giorni, la durata ottenuta con le medie quarantennali. Il gradiente è, poi, di 6-8 giorni ogni 100 m fino a 2300 m, dove si hanno 217 giorni di permanenza del manto nevoso. I valori riportati dal Belloni sono, quindi, generalmente un po' superiori ai dati quarantennali del Servizio Idrografico: ciò probabilmente è dovuto al fatto che il decennio esaminato (1957-66) rientra in un periodo che ha mostrato un lieve decremento delle temperature medie e un certo aumento della nevosità (19).

L'andamento della permanenza del manto nevoso nel bacino dell'Adige presenta valori regolarmente crescenti, contrariamente a quanto si verifica per le precipitazioni nevose e per i giorni nevosi.

Dai 300 m, dove il mantello nevoso permane per 28 giorni, fino ai 900 m l'aumento è in media di 5 giorni per ogni intervallo di 100 m; più in alto, il gradiente si fa irregolare in quanto oscilla fra 7 e 13 giorni ogni hm fino ai 1500 m e solo fra 5 e 3 giorni fino ai 1700 m; più in alto ancora l'aumento è di circa 17 giorni fino ai 1900 m, si riduce a 9 tra questa quota e i 2000 m (dove si hanno 178 giorni di durata del mantello) e a soli 5 tra 2000 e 2100 m. Da quest'altitudine sino alle stazioni più elevate (2600 m) l'incremento costante è di 8 giorni ogni hm, raggiungendo i 223 giorni di manto nevoso alla massima quota.

(18) S. BELLONI, *op. cit.*

(19) M. PINNA, *Le variazioni del clima in epoca storica e i loro effetti sulla vita e le attività umane. Un tentativo di sintesi*, in « Boll. Soc. Geogr. Ital. », Roma, 1969, pp. 198-275.

Lo studio di E. Kossinna (20) sulla durata del manto nevoso per lo stesso bacino dell'Adige presenta valori in genere superiori a quelli calcolati dal Servizio Idrografico. A 300 m di quota la neve permane al suolo per 39 giorni, poi l'aumento della durata fino a 800 m presenta oscillazioni da 4 a 9 giorni; da quest'ultima quota fino a 1500 m l'incremento si stabilizza sugli 11 giorni e la permanenza del mantello è di 149 a questa quota. Per i 200 m successivi vi è una lieve diminuzione fino a 146 giorni a 1700 m; segue un aumento sensibile fino a 2300 m con valori oscillanti tra un minimo di 11 e un massimo di 24 giorni, toccando alla massima quota considerata (2300 m) i 240 giorni di permanenza del mantello, cioè 41 in più dei corrispondenti valori del Servizio Idrografico.

Come si è già notato a proposito delle precipitazioni nevose, anche in questo caso il forte aumento che si registra nei dati del Kossinna, alle quote più alte, è dovuto al valore medio di 248 giorni di durata del manto nevoso della stazione di Monteneve in Passiria (2366 m), ben superiore ai 223 giorni del Careser.

5. *Raffronto fra i tre bacini.* — Meno agevoli rispetto alle precipitazioni nevose e al numero dei giorni nevosi sono le concordanze da trovare fra i tre bacini per quel che riguarda la durata del manto nevoso; infatti, a 400 m la permanenza del manto nevoso è di 29 giorni per la Val d'Aosta e di 35 per la valle dell'Adige, dai 600 m la durata del mantello è superiore nella Val d'Aosta ed a 1000 m si hanno valori, rispettivamente, di 85, 79 e 72 giorni per i tre bacini in ordine successivo. Poi dai 1100 m è la Valtellina a prevalere sugli altri per durata; a 1500 m in Val d'Aosta si hanno 131 giorni di manto nevoso, che salgono a 167 in Valtellina, mentre si riducono a 127 nella valle dell'Adige. A 2000 m abbiamo per i tre bacini 191, 175 e 178 giorni, rispettivamente, mentre a 2300 m prevale ancora la Val d'Aosta con 215, seguita dalla Valtellina con 206 giorni e, infine, dalla valle dell'Adige con 199.

In sostanza, si rileva dal confronto che se alle quote più basse (sotto i 600 m) il manto nevoso permane per un tempo più lungo nella valle dell'Adige, dai 600 ai 1000 m invece è la Val

(20) E. KOSSINNA, *op. cit.*, p. 91.

d'Aosta che presenta una maggior durata rispetto agli altri bacini, mentre dai 1100 ai 1900 m prevale la Valtellina; oltre i 2000 m la permanenza del manto nevoso è più lunga in Val d'Aosta. Il bacino dell'Adige quasi ad ogni quota, escluse infatti le più basse, ha una durata inferiore a quella degli altri due. La maggior durata del manto nevoso alle quote più basse nel bacino dell'Adige può essere causata dall'abbondante piovosità che si registra nelle Prealpi Venete, mentre il successivo incremento della permanenza del mantello nella Val d'Aosta e nella Valtellina sarebbe da ascrivere alla maggior continentalità di questi bacini; invece, la maggior durata alle quote intermedie (1100-1900 m) della Valtellina potrebbe essere dovuta alla prevalente esposizione a nord di gran parte delle stazioni di osservazione di questo bacino.

Anche per il manto nevoso è stata ricavata, con il calcolatore, l'espressione matematica delle rette che legano questo fenomeno con l'altitudine; e i valori ottenuti poco si discostano per le tre valli.

La retta della correlazione di questo fenomeno con l'altitudine nella Val d'Aosta è data dalla formula: $D = 10,0 h - 16,4$ (dove D rappresenta la durata in giorni del manto nevoso e h l'altitudine in hm); per la Valtellina abbiamo: $D = 10,3 h - 12,8$. Valori lievemente inferiori, che quindi rappresentano una minor durata del manto nevoso per altezze eguali, vengono forniti dalla formula relativa alla valle dell'Adige: $D = 8,8 h - 9,4$.

Non molto diversi sono i valori della durata del manto nevoso nei tre settori alpini; infatti per le Alpi Occidentali l'espressione è: $D = 9,0 h - 1,5$; per le Alpi Centrali: $D = 10,9 h - 17,0$; per le Alpi Orientali: $D = 9,6 h - 9,4$.

Quindi, in base alle formule viste in precedenza, possiamo dire che in Val d'Aosta e nella Valtellina il gradiente della permanenza della neve al suolo è di 10 giorni per ogni 100 m di dislivello, mentre per il bacino dell'Adige tale incremento è di 9 giorni, per cui è evidente che si ha una certa analogia con i gradienti dei rispettivi settori alpini.