

CORRELAZIONI TRA COEFFICIENTI NIVOMETRICI E ALTITUDINE NEL TERRITORIO MONTANO DEL VENETO E DEL TRENTINO-ALTO ADIGE (*)

Non credo sia il caso che mi dilunghi nell'introduzione di questo contributo sull'importanza che le ricerche sulle precipitazioni nevose hanno per la conoscenza delle condizioni climatiche e ambientali dei territori montani nella stagione fredda. Tale forma di precipitazione può essere considerata un fatto geografico fondamentale, in quanto dà luogo ad un manto nevoso che condiziona, per periodi più o meno lunghi, la vita e l'economia di vaste regioni. Le ricerche su questo limitato settore della climatologia hanno pure un loro valore applicativo; basterebbe ricordare i problemi della viabilità alpina, del turismo invernale e, in particolare, quelli che riguardano la neve sotto il suo aspetto di risorsa e riserva idrica.

Struttura, spessore, permanenza al suolo della neve sono tutti elementi della « nivologia » legati al regime delle precipitazioni che cadono sotto forma di neve in quel periodo dell'anno chiamato appunto stagione o epoca della neve (ted. *Schneezeit*), il quale, come è noto, non coincide sempre con l'inverno meteorologico (dicembre, gennaio, febbraio), ma può essere, a seconda dell'altitudine, dell'esposizione e della posizione geografica dei luoghi, più lungo o più breve di questo. I vari autori che si sono interessati dei problemi della neve li hanno affrontati quasi sempre sotto due aspetti, quello delle precipitazioni nevose e quello del manto nevoso, adottando, a seconda dei casi, osservazioni e misure diverse. Lasciando da parte, in quanto non rientrano nel pro-

(*) La presente ricerca fa parte dei programmi di studio della Commissione Nevi del Comitato Glaciologico Italiano.

gramma di questa ricerca, le misure sul manto nevoso e la sua durata, vediamo qui di seguito quelle che, allo stato attuale delle osservazioni disponibili, possono invece essere utilizzate per lo studio delle precipitazioni nevose.

Le misure più usate sono quelle relative alla frequenza e alla quantità della neve. Di queste due grandezze, di gran lunga più facile da rilevare è la prima, in quanto fondata sul solo rilevamento dei giorni nevosi osservati in un dato periodo; e quando per giorno nevoso s'intenda quello in cui tra due osservazioni consecutive di 24 h si sia raggiunta al suolo della stazione una altezza di almeno un centimetro di neve, ovvero si sia raccolta nel pluviometro tanta neve da formare una lama d'acqua di fusione di un millimetro. A questo proposito è opportuno tener presente che i giorni di pioggia mista a neve (*sleet*), a causa della difficoltà di distinguere l'una dall'altra le due forme di precipitazione, sono per convenzione considerati giorni di neve (1).

Alla quantità delle precipitazioni nevose si può giungere, invece, per due vie: o ricorrendo alla misura diretta dell'altezza della neve caduta espressa in centimetri (da non confondersi con lo spessore del manto nevoso), oppure misurando in millimetri lo spessore della lama d'acqua risultante dalla fusione della neve raccolta nel pluviometro. La prima via fornisce un dato assai significativo, ma difficile da cogliersi e poco rigoroso in quanto la neve fresca misurata a una certa distanza dalla sua caduta può venire, per effetto delle condizioni ambientali, più o meno alterata dal progressivo costipamento e dall'azione del vento. Si tratta, pertanto, di un dato puramente indicativo, che può avere una certa validità solo se applicato ad una lunga e omogenea serie di anni di osservazione. Lo stesso Péguy considera questa misura come uno di quei dati arbitrari, numerosi in climatologia, che non corrispondono con esattezza ad alcuna grandezza fisica, « mais dont l'usage reste légitime pour comparer un même phénomène en des postes voisins sous réserve que des conventions identiques aient présidé ici et là aux observations » (2).

Questa misura, d'altra parte, è stata sempre esclusa dalle

(1) Ch.-P. PÉGUÉY, *La neige*, Parigi, Presses Universitaires de France, 1952 (Coll. « Que sais-je? », 538); cfr. p. 17.

(2) Ch.-P. PÉGUÉY, *op. cit.*; cfr. pp. 18-19.

osservazioni del Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici, fatta eccezione per il Compartimento del Magistrato alle Acque di Venezia, per il cui territorio si può disporre di una discreta e attendibile serie di dati raccolti tra il 1922 e il 1950 e in gran parte pubblicati negli « Annali Idrologici » e nei bollettini mensili. Dopo il 1951 l'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque, uniformandosi a quanto già fatto negli altri compartimenti, ha purtroppo interrotto questa serie di osservazioni.

Più attendibile, secondo il parere dei competenti, e di più facile esecuzione e quindi più diffusa, sembra invece essere la misura dell'altezza della lama d'acqua risultante dalla fusione della neve raccolta giornalmente nel pluviometro, sempre che si disponga di buone e omogenee installazioni, che il giorno nevoso sia sempre segnalato e che ci si intenda sul significato da dare ai giorni in cui la neve cade mista a pioggia. Il dato così ottenuto può essere messo a confronto con quello relativo alle precipitazioni totali, permettendoci in tal modo di calcolare quel coefficiente nivometrico (K) che esprime il rapporto tra l'acqua caduta sotto forma di neve, espressa in mm (P_n), e le precipitazioni totali (P) espresse nella medesima unità: coefficiente che, ai fini dello studio sulle precipitazioni nevose, risulta essere uno dei dati climatologicamente più significativi.

Nel caso in cui il totale delle precipitazioni avvenga sotto forma di neve, il coefficiente annuo risulta eguale all'unità. Secondo il Péguy (3), nelle Alpi il coefficiente è molto vicino a 1 a quote superiori ai 3500 m, mentre sui 1000-2000 m raggiungerebbe valori di 0,25-0,40. Partendo, quindi, dalle osservazioni giornaliere eseguite nelle stazioni pluviometriche sarà sempre possibile, conoscendo i giorni nevosi, calcolare per un determinato periodo di osservazione il coefficiente medio, sia come dato mensile che annuo e stagionale. Considerata la mancanza e la poca uniformità di altre misure nivometriche, quando si disponga di una rete piuttosto fitta di stazioni pluviometriche, questa via, fondata sul rilevamento di soli dati pluviometrici giornalieri e sul calcolo del coefficiente nivometrico, sembra essere, allo stato attuale della metodologia applicata a questo tipo di ricerca,

(3) Ch.-P. PÉGUY, *op. cit.*; cfr. p. 24.

quella che, mettendoci a disposizione la maggior messe di materiale, ci permette nel miglior modo di studiare il regime e la distribuzione delle precipitazioni nevose.

La conferma di ciò ci viene da alcuni studi eseguiti in passato, e ancora fondamentali per questo settore della climatologia, nei quali il problema delle precipitazioni nevose è stato risolto utilizzando queste osservazioni. Mi riferisco in particolare alle ricerche di E. Bénévent (1926), E. Kossinna (1939), E. Ekhardt (1940), M. Bossolasco (1948) e H. Steinhäusser (1950) (4). In particolare, il Bénévent afferma, a questo proposito, che l'importanza climatica della neve non si valuta solo considerando l'altezza assoluta delle precipitazioni nevose, ma risulta con più evidenza se si cerca quale parte spetta loro delle precipitazioni annue. A ciò si può arrivare appunto con il coefficiente nivometrico, la cui importanza climatica e idrologica è evidente, anche se per il suo calcolo vengono utilizzate misure quantitative riferite allo stato liquido delle precipitazioni e non a quello solido proprio della neve.

Nel presente contributo sono riportati i coefficienti nivometrici calcolati per 207 stazioni dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque distribuite su un'estensione di circa 19.000 km² e con una densità media di una stazione ogni 92 km². Densità rilevante, quando si consideri la montuosità della regione e che quasi tutte le stazioni che hanno funzionato meno di 20 anni non sono state considerate per ridurre il campo delle interpolazioni e disporre di dati più omogenei. Il periodo preso in esame è il quarantennio 1921-60; la zona studiata è quella inserita nei settori montani dei bacini imbriferi dell'Adige (alto, medio e basso), Agno, Bacchiglione, Brenta e Piave. Si tratta, cioè, della porzione del sistema alpino comprendente il Trentino (escluso il bacino del Sarca), l'Alto Adige, le Dolomiti e la fascia delle Prealpi Ve-

(4) E. BÉNEVENT, *Le climat des Alpes françaises*, Parigi, Office Nat. Météorol., 1926; E. KOSSINNA, *Die Schneedecke der Ostalpen*, in « Wissen. Veröffent. Deutschen Museum für Landerkunde », Lipsia, 1939, pp. 69-94; E. EKHART, *Zur Kenntnis der Schneebeziehungen der Ostalpen*, in « Gerl. Beiträge zur Geophys. », 1940, pp. 321-358; M. BOSSOLASCO, *Le precipitazioni nevose nell'Italia settentrionale*, in « Geofis. pura e appl. », Milano, 1948, vol. 12, pp. 258-292, e vol. 13, pp. 213-233; H. STEINHÄUSSER, *Über die Bewartung der Schneebeziehungen alpiner Orte auf Grund der Abhängigkeit der Andauer der Schneedecke, der mittleren maximalen Schneehöhe und ihrer Eintrittszeit von der Seehöhe*, in « Archiv für Meteorol., Geophys. und Klimatol. », Vienna, serie B, vol. II, n. 1-2, pp. 120-128.

nete tra il solco dell'Adige e la valle del Piave, cui si sono aggiunte, a titolo di confronto, alcune località dell'alta Pianura Veneta.

Secondo la loro altitudine, le 207 stazioni sono così distribuite:

TAB. 1

Zone altimetriche (m s.m.)	N. delle stazioni	%
sotto i 200	20	9,6
201 - 500	41	19,8
501 - 750	25	12,1
751 - 1000	33	16,0
1001 - 1250	40	19,4
1251 - 1500	26	12,5
sopra i 1500	22	10,6

Risultano, inoltre, così ripartite per bacino imbrifero o parti di bacino: Alto bacino dell'Adige, n. 54, di cui 21 nel bacino dell'Adige superiore a monte della confluenza dell'Isarco e 33 nel bacino dell'Isarco; Medio Adige (tra la confluenza dell'Isarco esclusa e quella del Fersina in Trento), n. 34; Basso Adige montano (da Trento a Verona), n. 26; Bacino dell'Agno, n. 6; id. del Bacchiglione, n. 20; id. del Brenta, n. 26; id. del Piave, n. 41.

Il materiale elaborato è stato attinto dai bollettini mensili e dagli « Annali Idrologici » dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque, nei quali sono riportate le misure giornaliere delle precipitazioni e la segnalazione, per ciascun giorno piovoso, se si tratta di precipitazioni di neve o di pioggia e neve. Per uniformarci a quanto disposto dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale i giorni con pioggia mista a neve sono stati considerati come giorni di neve, con il risultato che il coefficiente nivometrico risulta leggermente superiore a quello che si otterrebbe se si considerasse solo i giorni di neve. La maggiorazione del coefficiente annuo è, però, quasi trascurabile per le località situate al di sopra dei 2000 m, mentre per quelle più basse si aggira su valori compresi, secondo l'altitudine, tra il 3 e il 10% del coefficiente stesso, quando questo sia espresso in valore percentuale.

COEFFICIENTI NIVOMETRICI ANNUI (K) E INVERNALI (K_I) E VALORI

DEL RAPPORTO (R)

Stazione	Quota (m)	K	K_I	R
Bacino dell'Adige: alto Adige(dalle sorgenti alla confluenza dell'Isarco)				
1 Resia	1494	0.31	0.90	0.55
2 Monte Maria	1335	28	91	54
3 Slingia	1726	37	97	61
4 Tubre	1270	24	92	50
5 Mazia	1550	30	98	56
6 Trafoi	1548	24	93	66
7 Prato allo Stelvio	927	21	82	45
8 Silandro	706	12	76	24
9 Plan in Passiria	1700	32	97	60
10 Tolle di sopra	1400	27	91	69
11 Plata	1147	23	90	57
12 San Leonardo	644	11	71	21
13 San Martino	588	09	63	17
14 Merano	319	07	52	08
15 Sant'Elena	1536	32	91	61
16 Pavicolo	1165	22	83	52
17 Meltina	1133	19	81	53
18 Andriano	284	08	63	04
19 Terme del Brennero	1309	27	94	57
20 Fleres	1246	22	89	52
21 Vipiteno	945	19	94	37
22 Alla Discesa	1365	26	93	69
23 Prati	948	22	92	56

Stazione	Quota (m)	K	K _T	R
24 Ridanna	1350	0.26	0.95	0.51
25 Landro	1441	26	96	62
26 Dobbiaco	1250	21	90	57
27 San Vito in Braies	1351	27	95	58
28 Monguelfo	1078	20	90	56
29 Anterselva	1236	20	88	50
30 Rasun	1030	20	80	62
31 San Giacomo in Valle Aurina	1192	22	97	49
32 San Giovanni in Valle Aurina	1011	20	93	43
33 Campo Tures	890	20	84	40
34 Riva di Tures	1600	28	97	62
35 Lappago	1436	23	92	58
36 Selva dei Molini	1230	22	93	49
37 San Lorenzo in Pusteria	813	17	83	46
38 Corvara	1558	29	98	56
39 San Cassiano	1545	26	93	59
40 Longiaru	1396	23	92	51
41 San Martino in Badia	1117	18	94	51
42 Longega	1030	20	92	55
43 Fundres	1159	19	94	45
44 Vandoies	873	16	88	43
45 Luson	972	16	86	50
46 Bressanone	560	11	70	34
47 Lazfons	1150	18	90	53
48 Ortisei	1236	20	95	39
49 Fiè	900	16	75	50
50 Tires	1019	22	90	56
51 Nova Levante	1178	23	95	53
52 Robianco	1350	24	93	57

Stazione	Quota (m)	K	K _I	R
53 Sarentino	966	0.17	0.80	0.47
54 Bolzano	292	06	55	05
Bacino: medio e basso Adige (dalla confluenza dell'Isarco allo sbocco in pianura)				
55 Redagno	1562	0.24	0.86	0.56
56 San Nicolò di Calcaro	568	08	51	23
57 Bronzolo	250	06	48	03
58 Salorno	224	05	39	03
59 Peio	1580	35	96	56
60 Careser	2600	62	100	77
61 La Mare	1964	45	98	70
62 Pont	1201	29	95	53
63 Passo del Tonale	1850	42	99	70
64 Mezzana	956	21	94	30
65 Malè	737	19	80	41
66 Provès	1414	29	95	62
67 Clès	656	18	75	35
68 Fondo	980	22	90	47
69 Mendola	1360	26	94	51
70 Romeno	962	21	91	39
71 Denno	436	15	67	24
72 Monte Paganella	2125	42	95	51
73 Spormaggiore	565	16	70	29
74 Mezzolombardo	215	06	38	02
75 Zambana	210	07	40	03
76 Pian Fedaia	2044	42	98	72
77 Mezzin	1379	26	91	63

Stazione	Quota (m)	K	K _I	R
78 Moena	1198	0.23	0.89	0.59
79 Passo Rolle	1984	37	99	66
80 Paneveggio	1520	28	89	64
81 Predazzo	1020	22	90	47
82 Cavalese	1014	23	92	54
83 Cadino di Fiemme	1150	26	85	53
84 Anterivo	1209	24	89	54
85 Pozzolago	460	10	69	20
86 Lavis	230	09	48	07
87 Monte Bondone	1530	25	81	64
88 Trento	312	08	55	05
89 Piazza Pinè	1067	19	85	59
90 Aldeno	212	07	44	03
91 Sant'Orsola	925	18	84	45
92 Folgaria	1168	21	85	44
93 Piazza di Terragnolo	782	13	65	50
94 Fochese	700	11	60	28
95 Rovereto	211	07	37	18
96 Brentonico	670	13	54	28
97 Ronchi	709	14	60	31
98 Ala	190	03	22	-
99 Ronzo	974	23	65	51
100 Spiazzi di Monte Baldo	930	15	60	37
101 Belluno Veronese	148	04	20	-
102 Dolcè	115	03	16	-
103 Affi	188	03	16	-
104 San Pietro in Cariano	160	03	15	-
105 Fanè	624	09	45	18
106 Verona	60	02	10	08
107 Fosse S. Anna	954	15	60	34

Stazione	Quota (m)	K	K _I	R
108 Mezzana	135	0.04	0.15	-
109 Roverè Veronese	847	13	52	0.27
110 Tregnago	371	06	28	-
111 Soave	40	02	10	-
112 Campo d'Albero	901	16	60	34
113 Ferrazza	361	05	28	-
114 Chiampo	180	03	12	-

Bacino dell'Agno

115 Lambre d'Agno	846	0.16	0.68	0.22
116 Rovegliana	596	12	56	08
117 Recoaro	445	9	40	10
118 Valdagno	295	5	25	-
119 Castelvecchio	802	15	64	19
120 Brogliano	172	4	04	04

Bacino del Bacchiglione

121 Lavarone	1171	0.22	0.85	0.44
122 Tonezza	935	19	80	33
123 Lastebasse	610	10	58	20
124 Asiago	999	19	81	38
125 Posina	544	13	60	23
126 Tresché Conca	1097	18	74	40
127 Velo d'Astico	362	06	34	04
128 Cogollo	250	05	30	04
129 Calvene	201	04	25	04
130 Crosara	417	06	31	06

CORRELAZIONI TRA COEFFICIENTI NIVOMETRICI E ALTITUDINE

segue tab. 2

Stazione	Quota (m)	K	K _I	R
131 Breganze	110	0.03	0.15	-
132 Sandrigo	69	02	10	-
133 Quintarelli	32	02	10	-
134 Pian delle Fugazze	1157	21	87	0.30
135 Staro	632	10	50	10
136 Ceolati	620	10	46	15
137 Schio	234	05	28	-
138 Thiene	147	03	15	-
139 Isola Vicentina	80	02	10	-
140 Vicenza	40	02	08	-

Bacino del Brenta

141 Vetriolo	1500	0.26	0.79	0.56
142 Levico	505	11	61	21
143 Pergine	480	10	66	12
144 Centa	885	20	80	34
145 Borgo	476	11	61	12
146 Bieno	806	18	81	38
147 Pontarso	888	14	75	25
148 Costa Brunella	2030	41	97	66
149 Pieve Tesino	775	14	70	10
150 Malene	1080	18	82	36
151 San Martino di Castrozza	1444	27	86	57
152 Tonadico	711	13	61	44
153 San Silvestro	577	11	63	14
154 Caoria	802	16	75	37
155 Canal San Bovo	757	15	73	28

Stazione	Quota (m)	K	K _I	R
156 Pedesalto	379	0.09	0.59	0.04
157 Arsiè	314	10	61	02
158 Cismon del Grappa	205	06	36	02
159 Monte Grappa	1690	28	82	48
160 Foza	1083	17	70	42
161 Campomezzavia	1022	20	77	39
162 Rubbio	1057	18	76	31
163 Oliero	155	03	18	03
164 Bassano	129	03	15	10
165 Asolo	207	03	16	05
166 Loria	72	02	10	05

Bacino del Piave

167 Sappada	1217	0.28	0.92	0.54
168 Santo Stefano di Cadore	908	20	89	45
169 Passo Montecroce	1400	28	95	60
170 Dosoleto	1337	26	83	58
171 Misurina	1760	30	92	63
172 Auronzo	864	17	82	37
173 Lorenzago	880	16	76	36
174 Passo Falzarego	1985	42	97	71
175 Podestagno	1498	32	94	57
176 Cortina d'Ampezzo	1275	25	94	53
177 San Vito di Cadore	1011	21	86	42
178 Perarolo	532	12	69	10
179 Rivalgo	496	08	52	11
180 Longarone	471	08	50	04
181 Mareson di Zoldo	1260	28	92	53

segue tab. 2

Stazione	Quota (m)	K	K _I	R
182 Forno di Zoldo	848	0,17	0. 78	0.32
183 Fortogna	435	07	45	07
184 Soverzene	390	06	40	03
185 Bosco Cansiglio	1081	16	69	34
186 Chies d'Alpago	705	11	52	16
187 Santa Croce al Lago	409	07	40	06
188 Ponte nelle Alpi	404	06	40	-
189 Belluno	400	07	48	-
190 Arabba	1612	34	97	63
191 Andraz	1520	30	92	62
192 Caprile	1023	21	88	52
193 Falcade	1150	26	77	63
194 Gares	1381	26	82	59
195 Cencenighe	773	17	78	32
196 Agordo	611	10	64	19
197 Passo di Cereda	1379	24	85	57
198 Gosaldo	1141	19	70	45
199 Sospirolo	454	08	50	6
200 Cesio Maggiore	482	08	50	4
201 Passo Croce d'Aune	1045	22	84	46
202 Seren del Grappa	387	08	42	4
203 Feltre	280	06	36	-
204 Milies	685	10	52	4
205 Fener	177	03	18	2
206 Cison di Valmarino	261	04	23	2
207 Pieve di Soligo	135	02	11	-

Dalla elaborazione dei dati giornalieri raccolti sono stati calcolati per le 207 località i seguenti valori medi:

$$\text{il coefficiente nivometrico annuo: } K = \frac{P_n}{P};$$

il coefficiente nivometrico invernale (inverno meteorologico):

$$K_I = \frac{P_I}{P_{nI}};$$

e, per un centinaio di stazioni più caratteristiche, *il coefficiente nivometrico mensile.*

In questo contributo, preliminare di uno studio più ampio, sono stati presi in considerazione solo i primi due coefficienti, in quanto meglio si prestano alla correlazione con l'altitudine. Dei coefficienti mensili sarà trattato in altra occasione.

Mi è sembrato opportuno, invece, mettere qui in evidenza un terzo valore, altrettanto significativo. Approfittando del fatto che al computo dei coefficienti K e K_I si giunge calcolando la quantità delle precipitazioni nevose totali (P_n) e invernali (P_{nI}), ho pensato potesse essere utile conoscere per differenza la parte delle precipitazioni nevose che cadono al di fuori dell'inverno meteorologico ($P_n - P_{nI}$) e quindi il rapporto (R) tra queste e le totali:

$$R = \frac{P_n - P_{nI}}{P_n}$$

Il valore ottenuto, espresso in percentuale delle precipitazioni nevose annue, permette di dare alla durata dell'epoca della neve una espressione quantitativa, che in ricerche più approfondite e di dettaglio potrà utilmente essere messa in relazione con i tanti problemi legati alla neve e al suo regime. Bisogna, infatti, tener presente che il territorio oggetto di studio, caratterizzato da scarse precipitazioni invernali, riceve la parte più rilevante delle nevicate al di fuori di detta stagione. Questo valore (R) è stato riportato, per ciascuna stazione, nella tab. 2 a fianco dei due coefficienti K e K_I .

II dati qui presentati sono frutto di un laborioso lavoro di raccolta e di elaborazione eseguito tra il 1960 e il 1966 da un gruppo di allievi interni dell'Istituto di Fisica Terrestre, Geodesia e Geografia fisica dell'Università di Padova, guidati dal compianto G. Morandini (5). Gli stessi dati furono successivamente da me ripresi, completati e totalmente rielaborati per rendere omogenee, e quindi tra loro comparabili, serie di osservazioni che non lo erano, e per aggiungere, per le ragioni in precedenza esposte, ai dati riferiti alla neve quelli della neve mista a pioggia che non erano mai stati in precedenza presi in considerazione.

L'irregolare distribuzione altimetrica delle stazioni e il loro trascurabile numero ad altitudini superiori ai 1800-2000 m non permettono di poter disporre a tali quote di sufficienti osservazioni. E' da tener presente, in proposito, che nell'insieme del territorio montano qui preso in esame (circa 19.000 km²) si hanno appena quattro stazioni al di sopra dei 2000 m e tra queste una sola, quella annessa al bacino idroelettrico del Careser, superiore ai 2500 m. Inoltre, soltanto il 10% delle stazioni è ubicato al di sopra dell'isoipsa di 1500 m, che racchiude da sola il 45% del territorio, mentre il 90% si concentra nelle fasce altimetriche inferiori ai 1500 m, che occupano poco più della metà (55%) della superficie.

La grande estensione delle fasce altitudinali sprovviste di punti di osservazione e l'importanza che nel loro insieme queste vengono ad assumere proprio per i problemi legati alla neve non possono esimerci dal tentativo di giungere ad una valutazione attendibile delle loro condizioni nivometriche. Tale stima mi sembra utile e addirittura indispensabile per lo studio degli ambienti altitudinali sotto i più vari aspetti: da quello geomorfologico e morfoclimatico a quello pedologico e botanico e, aggiungerei pure,

(5) Accanto all'indimenticabile Maestro, assertore e promotore di questi studi sulla neve, desidero ricordare le quattro allieve che, con il loro paziente lavoro, hanno posto la base indispensabile per questa ricerca; esse sono, in ordine di anzianità di laurea, P. Garbin Rizzato (bacino del Piave), A. Accarino Dal Piaz (bacino dell'alto Adige), A. Branzo (bacini dell'Agno, Bacchiglione e Brenta) e F. Nogarin (bacini del medio e basso Adige). Ringrazio inoltre, per l'opera prestata in fase di revisione dei dati, il Dott. F. Pianetti e, per il contributo datomi nell'esecuzione della parte statistico-matematica della ricerca, il Dott. D. Olivieri, dell'Istituto di Statistica della Facoltà di Economia e Commercio di Verona.

per l'interesse particolare che riveste per la geografia, a quello della cartografia climatica. La rappresentazione di un fenomeno così variabile e capriccioso come la neve ha bisogno, prima di giungere ad una qualsiasi generalizzazione, di un'analisi condotta bacino per bacino, valle per valle. Indispensabili per questa analisi sono le osservazioni delle stazioni di fondovalle, che, peraltro, non sono sufficienti per essere proiettate ai livelli superiori. E' pur vero che il fondovalle è il settore dei territori montani che più interessa, in quanto vi si trovano le dimore e i centri abitati, le varie attività dell'uomo e le vie di comunicazione, ma è anche vero che non c'è nulla nel fondovalle che non sia più o meno direttamente legato alle condizioni climatiche delle zone sovrastanti. D'altra parte, possiamo pure osservare a questo proposito che l'interesse dell'uomo va sempre più trasferendosi in alto; ne sono esempi chiari e diffusi quelli relativi allo sfruttamento delle acque e al turismo alpino che utilizza e invade in modo sempre più « pesante » le altitudini.

Ammessa l'opportunità di giungere ad una valutazione delle condizioni nivometriche delle fasce altitudinali superiori per le quali mancano le osservazioni, i dati di cui si dispone (tab. 2) possono servire ad una buona stima qualora si ricorra a sistemi di analisi adatti, come quelli fondati sulla correlazione statistica. Trattandosi di coefficienti strettamente dipendenti dalle precipitazioni nevose, il confronto con l'altitudine sembra attendibile, considerata la provata interdipendenza esistente, entro certi limiti, tra le tre coppie di dati.

Il metodo adottato per il calcolo dell'espressione e dei relativi indici di correlazione e di adattamento sono stati applicati alla serie di $n = 18$ valori ottenuti ripartendo per zone altimetriche le 169 stazioni a quota superiore ai 300 m e calcolando per ciascuna zona l'altitudine media delle stazioni e i valori medi dei rispettivi coefficienti K , K_I e R (v. tabelle 3, 4 e 5). Essendo il numero delle stazioni di ciascuna zona assai vario, il calcolo delle correlazioni è stato eseguito su dati medi ponderati. Sono stati ottenuti i seguenti risultati:

1) *Coefficiente nivometrico annuo (K)*. — La relazione dell'altitudine col valore K della serie delle 19 zone altimetriche ha dato una retta corrispondente all'equazione:

$$K = -1,2154 + 0,02 H [1]$$

dove K ha il significato noto, espresso in % delle precipitazioni annue, e H è l'altitudine in metri (v. figura).

La relazione statistica tra l'altitudine e K è quasi perfetta; il coefficiente di correlazione risulta infatti: $r = 0,9883$.

Dall'equazione si deduce che il valore K a 300 m è assai vicino al 5% delle precipitazioni annue, a 1000 e 1500 m sale rispettivamente al 19 e al 29%, mentre alla quota della stazione più alta (Careser, m 2600) raggiunge il 51%. Supponendo l'equazione valida anche per le altitudini superiori, il 100% delle precipitazioni annue sotto forma di neve sarebbe raggiunto in questo caso a 5100 m. Questa quota sembra superiore a quanto ammesso per le Alpi dalla letteratura specializzata, che la vorrebbe a 3500-4000 m.

Lo stesso scostamento tra il dato osservato (62%) e quello calcolato (51%) per il Careser permette di avanzare l'ipotesi che l'incremento di K con l'altitudine espressa dalla [1] sia, alle quote più alte, leggermente inferiore a quello espresso dai dati di osservazione. E' stato appunto a chiarimento di ciò che si è pensato di ripetere il calcolo, utilizzando (invece delle 19 coppie di valori zionali) i dati di tutte le 169 stazioni. L'equazione ottenuta è risultata la seguente:

$$K = -1,0347 + 0,0207 H$$

molto vicina alla [1] e con un indice di correlazione altrettanto buono ($r = 0,9889$).

In questo caso la retta rappresentativa, pur non facendo variare di molto il valore di K calcolato per la stazione del Careser, che da 51% passerebbe a 53%, e quello della quota a coefficiente nivometrico 1 (100%), che dai 5100 m si abbasserebbe ai 4880 m, denuncia abbastanza chiaramente la tendenza a flettersi verso valori più alti di K . Operando infatti sulle 14 coppie di valori relativi alle stazioni superiori ai 1600 m di altitudine, la retta che si ottiene, oltre a coincidere con il dato osservato al Careser (62%), abbassa a m 3750 la quota a coefficiente nivometrico annuo egua-

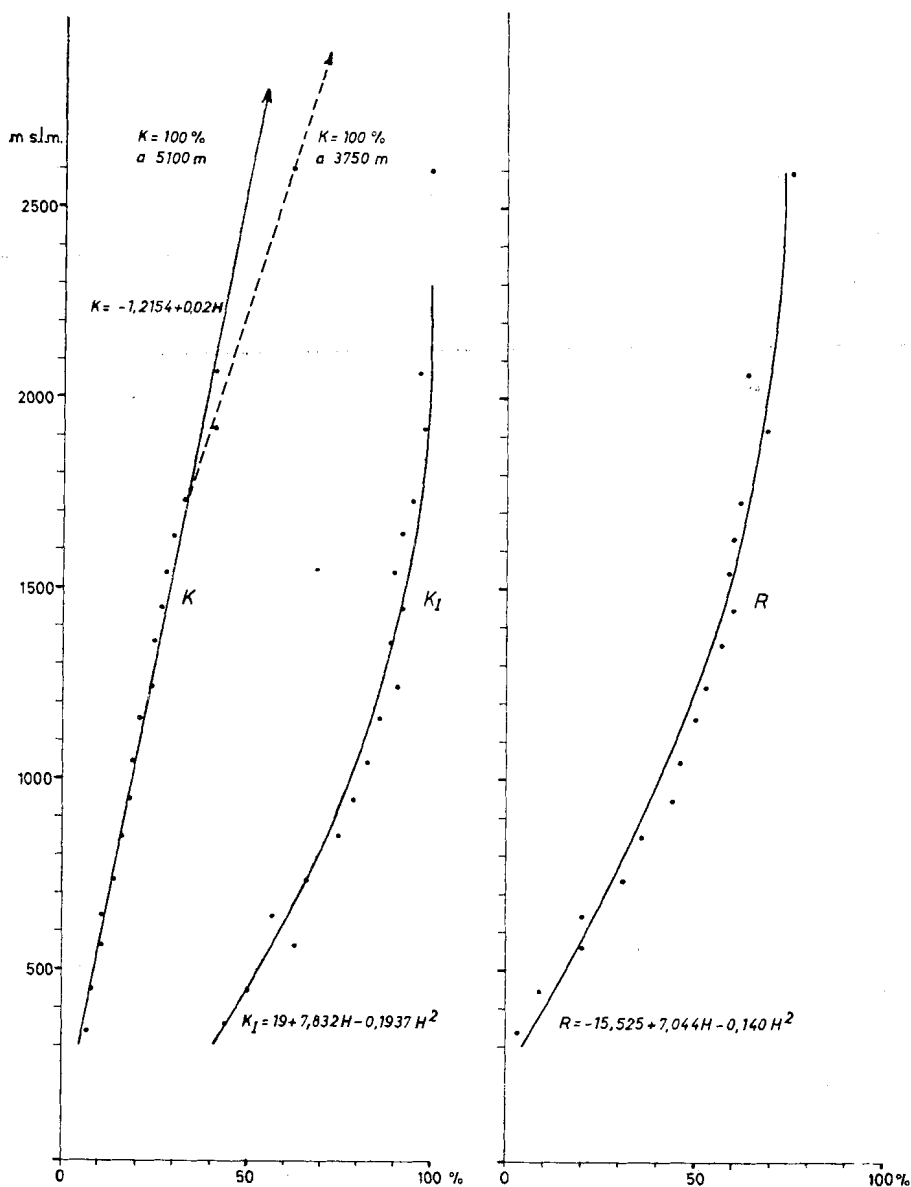
Tab. 3

COEFFICIENTI NIVOMETRICI PER FASCE ALTIMETRICHE

Valori medi (K) ed estremi (K_m e K_M)

Fascia altimetrica (m)	Stazioni	Altitudine media (m)	K	K_m	K_M
300 - 400	10	355	0.07	0.05 (113)	0.10 (157)
400 - 500	13	445	8	6 (130)	15 (71)
500 - 600	9	560	11	8 (56)	16 (73)
600 - 700	9	640	11	9 (105)	18 (67)
700 - 800	10	735	14	11 (186)	19 (65)
800 - 900	14	850	16	13 (109)	20 (144)
900 - 1000	16	946	18	15 (100)	23 (99)
1000 - 1100	17	1045	19	16 (185)	23 (82)
1100 - 1200	16	1158	21	18 (47)	26 (83)
1200 - 1300	11	1240	24	20 (29)	29 (62)
1300 - 1400	12	1357	25	23 (40)	28 (2)
1400 - 1500	7	1446	27	23 (35)	32 (175)
1500 - 1600	11	1540	28	24 (55;6)	35 (59)
1600 - 1700	3	1634	30	28 (34;159)	34 (190)
1700 - 1800	3	1730	33	30 (171)	37 (3)
1800 - 2000	4	1920	41	37 (79)	45 (61)
2000 - 2200	3	2066	41	41 (148)	42 (72)
sopra 2200	1	2600	62	-	-

(I numeri tra parentesi che seguono i valori K_m e K_M si riferiscono al n° della stazione in cui detti estremi sono stati osservati).



ANDAMENTO ALTIMETRICO DEI COEFFICIENTI NIVOMETRICI ANNUO (K) E INVERNALE (K_I) E DELL'INDICE R.

Tab. 4

COEFFICIENTI NIVOMETRICI INVERNALI PER FASCE ALTIMETRICHE

Valori medi (K_I) ed estremi (K_{Im} e K_{IM}) di ciascuna fascia

Fasce altimetriche (m)	Stazione	Altitudine media (m)	K_I	K_{Im}	K_{IM}
300 - 400	10	335	0.44	0.28 (110)	0.61 (157)
400 - 500	13	445	50	31 (130)	69 (85)
500 - 600	9	560	63	51 (56)	70 (46)
600 - 700	9	640	57	45 (105)	75 (67)
700 - 800	10	735	66	52 (186)	80 (65)
800 - 900	14	850	75	52 (109)	88 (44)
900 - 1000	16	946	79	60 (112)	94 (64)
1000 - 1100	17	1045	83	69 (185)	93 (32)
1100 - 1200	16	1158	86	70 (198)	97 (31)
1200 - 1300	11	1240	91	88 (29)	95 (48;62)
1300 - 1400	12	1357	89	82 (194)	95 (24)
1400 - 1500	7	1446	92	86 (151)	96 (25)
1500 - 1600	11	1540	90	81 (87)	97 (38;5)
1600 - 1700	3	1634	92	82 (159)	97 (34)
1700 - 1800	3	1730	95	92 (171)	97 (3;9)
1800 - 2000	4	1920	98	97 (174)	99 (63;79)
2000 - 2200	3	2066	97	95 (72)	98 (76)
sopra 2200	1	2600	1.00	-	-

(I numeri tra parentesi a fianco dei valori K_{Im} e K_{IM} si riferiscono al n° della stazione in cui detti estremi sono stati osservati).

le a 100 (v. linea tratteggiata nel grafico relativo a K riportato nella figura).

2) *Coefficiente nivometrico invernale (K_I)*. — Intendendosi per K_I il rapporto tra la somma della neve caduta nei tre mesi dell'inverno meteorologico e il totale delle precipitazioni dello stesso periodo, la correlazione tra K_I e altitudine, risultante dalle 18 coppie di valori medi zonali, si adatta bene all'andamento di una parabola di equazione:

$$K_I = 19 + 7,832 H - 0,1937 H^2 \quad [2]$$

dove K_I è il valore percentuale del coefficiente e H l'altitudine in ettometri (v. figura).

L'indice di adattamento della curva ai dati medi zonali risulta eguale a uno scarto medio assoluto di 1,56%, più di tre volte inferiore a quello che si otterrebbe calcolando con gli stessi dati l'equazione della retta.

La relazione tra altitudine e coefficiente invernale (K_I) risulta meno stretta di quella tra altitudine e coefficiente annuo (K). Questo può accadere perché il coefficiente invernale è maggiormente influenzato da fattori atmosferici e topografici, quali la forma stessa del rilievo ove sono ubicate le stazioni, i venti dominanti, le traiettorie delle perturbazioni, la continentalità e, in particolare, il regime assai vario delle precipitazioni invernali. Gli stessi dati estremi osservati in ciascuna fascia altimetrica e riportati nella tab. 4 mi sembrano nella loro grande variabilità significativi.

Dall'equazione calcolata [2] risulta comunque che già a 500 m di altitudine si ha mediamente nella nostra regione il 50% delle precipitazioni invernali sotto forma di neve; queste raggiungono l'80% a 1000 m e si avvicinano al 100% a 1700-1800 m. Mi sembra opportuno, in proposito, far notare che, trattandosi di pioggia-neve oltre che di neve, i coefficienti invernali sono leggermente in eccesso nelle località inferiori ai 1000 m di quota e viceversa in quelle al di sopra.

3) *Indice R* . — E' il rapporto tra la media delle precipitazioni nevose cadute fuori dell'inverno meteorologico ($P_n - P_{nI}$) e quelle totali (P_n). Indica bene l'incidenza degli afflussi nevosi non inver-

Tab. 5

VALORE DI R PER ZONE ALTIMETRICHE ($R = \frac{P_n - P_{nL}}{P_n}$)

Fasce altimetriche (m)	Altitudine media (m)	R %	Fasce altimetriche (m)	Altitudine media (m)	R %
300 - 400	335	3	1200 - 1300	1240	53
400 - 500	445	9	1300 - 1400	1357	57
500 - 600	560	20	1400 - 1500	1446	60
600 - 700	640	20	1500 - 1600	1540	59
700 - 800	735	31	1600 - 1700	1634	60
800 - 900	850	36	1700 - 1800	1730	62
900 - 1000	946	44	1800 - 2000	1920	69
1000 - 1100	1045	46	2000 - 2200	2066	64
1100 - 1200	1158	50	sopra 2200	2600	77

nali sul totale delle precipitazioni nevose osservate, fornendoci un elemento utile per la valutazione del regime delle nevi e dei suoi rapporti con quello delle precipitazioni. La correlazione tra il valore R e l'altitudine, risultante dalle 18 coppie di valori medi zonal (tab. 5), si adatta bene anche in questo caso ad una parabolica di equazione:

$$R = 15,525 + 7,044 H - 0,140 H^2$$

dove R esprime il per cento delle precipitazioni nevose non invernali e H l'altitudine in ettometri.

L'indice di adattamento della curva ai dati medi zonal risulta eguale a uno scarto medio assoluto pari a 1,71%.

Dall'equazione e dalla curva rappresentativa si può osservare come, già a 500 m di altitudine, nell'insieme della regione considerata il 16% delle precipitazioni nevose cada fuori dell'inverno,

mentre a 1000, 2000 e 2500 m di altitudine le nevi non invernali rappresenterebbero, rispettivamente, il 41, il 69 e il 70% delle totali. Dai dati osservati al Careser, a quota 2600 m, si sarebbe ottenuto un valore di R eguale al 77%, contro uno calcolato pari al 73%.

Tutto ciò ha naturalmente solo valore indicativo; non può quindi essere generalizzato per l'intera regione, che nei suoi aspetti orografici e climatici si presenta molto varia. Gli stessi valori estremi di K e K_I che ho voluto mettere in evidenza accanto a quelli medi calcolati per fasce altimetriche mi sembra possano dire qualcosa di positivo in proposito.

In una nota successiva mi riprometto di vedere, considerando singoli bacini e parti più omogenee della stessa regione, come questi si comporteranno nei riguardi del problema oggetto di studio. Vorrei però che si tenesse presente soprattutto che la neve è, tra tutti gli elementi del clima, il più capriccioso ed effimero e, pertanto, anche il più difficile da valutare.