

Cenni di bioclimatologia friulana

JOSEPH GENTILLI

Department of Geography, University of Western Australia, Nedlands

SUMMARY

The paper reviews the bioclimatic essentials: solar radiation, heat and moisture. The difference between theoretical and actual insolation is noted. Thermal gradients and their correlation with altitude are examined in some detail, and the thermo-altitudinal limits of the main plant formations and arboreal species are calculated. The duration of frost is also related to altitude.

Solar radiation and relative humidity are estimated through new formulas and their geographical variation is shown on new provisional maps. Föhn phenomena are outlined with regard to the occurrence of marked and prolonged thermal inversions, particularly at 1000-1400 m. a.s.l.

The paper closes with a plea for the detailed study of topo- and microclimates.

Per una rivista della storia della climatologia friulana ed una descrizione convenzionale dei climi del Friuli, e per un elenco di fonti di dati pubblicati in passato, si rinvia ad un precedente lavoro dello scrivente (Gentilli 1964) ed agli scritti di altri autori menzionati nella rispettiva bibliografia. La presente analisi si occupa principalmente dei fattori climatici di maggiore importanza biologica.

Per qualsiasi organismo, i tre componenti essenziali del bioclima sono luce, calore ed acqua, misurati rispettivamente come radiazione solare, temperatura, precipitazioni ed umidità. Per ciascun organismo, le oscillazioni di tali componenti intorno ai rispettivi valori ottimali sono trascurabili, ma assumono crescente importanza dove si distanziano dall'optimum sia avvicinandosi ai limiti di eccesso sia a quelli, in genere più significativi, di carenza.

Questa rassegna introduttiva può solo esaminare valori e limiti climatici generali, lasciando agli specialisti di biologia, ecologia o biogeografia le ricerche su valori e limiti specifici, parziali, temporanei, ecc.

Alla latitudine di 46°N, appena a sud di Udine, l'altezza meridiana apparente del sole varia tra 67°27' il 21 giugno e 20°33' il 21 dicembre. La durata della corrispondente insolazione teorica varia tra 15 ore e 38 minuti ed 8 ore e 28 minuti, ossia con una riduzione teorica del 46% dal solstizio d'estate a quello d'inverno. Tenuto conto della frequente ed abbondante nuvolosità

friulana, si scende ad un'insolazione giornaliera effettiva ben più bassa: i valori registrati ad Udine nel 1958, in ore medie per giorno, furono:

TABELLA I - Durata dell'insolazione media.

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Teoria	9,3	10,4	12,0	13,5	14,8	15,5	15,2	14,0	12,5	11,0	9,6	8,9
1958	4,8	2,3	4,7	4,4	7,9	7,0	9,7	9,1	7,7	5,6	2,4	3,2

L'insolazione media effettiva del febbraio 1958 fu meno di un quarto di quanto sarebbe stato possibile in teoria, e durò solo il 23% di quella registrata nel luglio. Questa, a sua volta, fu meno del 64% del possibile.

Tale effetto della nuvolosità è a sua volta il fattore più decisivo nell'abbassamento dei limiti altimetrici della vegetazione in Friuli.

Il gradiente termico varia nel tempo e nello spazio: ad es. il Fenaroli (1955) cita un gradiente di -1°C per ogni 220 metri ($0.45^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) in autunno-inverno e per ogni 140 metri ($0.7^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) in primavera-estate. Quanto a variazioni spaziali tipiche modificate da altri fattori, è citato un gradiente di 0.55°C per 100 metri su un versante settentrionale contro uno di 0.69°C per 100 metri su un versante meridionale. La topografia, e particolarmente i gradienti e le forme dei versanti, modificano l'efficacia della perdita di calore dovuta alla radiazione notturna e lo scorrimento dell'aria fredda verso il fondo valle. Lo scrivente (Gentili 1959) introdusse nella formula per il calcolo delle temperature montane un fattore correttivo che variava da un massimo di +5 per le forme del rilievo più convesse a -5 per quelle più concave.

Il Vercelli (1930) aveva calcolato le sole temperature medie, per le Alpi Carniche, ma con intervalli di altitudine da 400 a 2000 metri. Sarà forse utile riprodurre qui tali stime, aggiungendo anche il gradiente termico per ogni 100 metri di ascesa per mettere in rilievo il fatto che tale gradiente è soggetto a notevoli variazioni anche nei suoi valori medi mensili o stagionali.

TABELLA II - Temperature medie a diverse altitudini.

Epoca/Quote	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
gennaio	-6,5	-5,0	-4,2	-3,8	-3,7	-4,1	-4,7	-5,8	-7,2
Δ/100m	+0,75	+0,4	+0,2	+0,05	+0,2	+0,3	+0,55	+0,7	
luglio	19,0	17,8	16,3	15,5	14,3	13,1	12,0	10,8	9,6
Δ/100m	-0,6	-0,75	-0,4	-0,6	-0,6	-0,55	-0,6	-0,6	
Δ VII-I	25,5	22,8	20,5	19,3	18,0	17,2	16,7	16,6	16,8
inverno	-4,4	-3,6	-3,1	-2,9	-3,1	-3,5	-4,2	-5,3	-6,6
primavera	8,6	7,4	6,2	5,0	3,8	2,6	1,4	0,2	-1,0
estate	18,1	16,9	15,7	14,5	13,3	12,2	11,0	9,8	8,6
autunno	8,6	7,8	7,0	6,2	5,3	4,5	3,7	2,9	2,0
anno	8,1	7,3	6,4	5,5	4,6	3,7	2,8	1,9	1,0
genn.-lug.	25,5	22,8	20,5	19,3	18,0	17,2	16,7	16,6	16,8

(da Vercelli, 1930)

La serie altitudinale più interessante è quella di gennaio, che mostra la temperatura media meno fredda a 1200 metri; la temperatura media prevalente a 400 metri si ritrova di nuovo a ben 2000 metri. Tale serie, che riteniamo ben più significativa della semplice inversione, verrà ripresa più oltre. La serie calcolata per l'inverno mostra la stessa tendenza, lievemente attenuata, con la media meno fredda a 1000 metri. Durante il resto dell'anno il gradiente termico diviene più uniforme e la temperatura diminuisce regolarmente con l'altitudine. Da tali dati abbiamo calcolato il gradiente termico medio per 100 metri di ascesa:

TABELLA III - Gradiente termico medio per 100 metri di altitudine.

	°C/100m	correl. r	r ²
gennaio 400-1200m	+0,34	+0,93	86%
1200-2000m	-0,435	-0,97	94%
inverno 400-1000m	+0,25	+0,97	93%
1000-2000m	-0,37	-0,96	92%
primavera 400-2000m	-0,60	-1,00	100%
estate 400-2000m	-0,59	-1,00	100%
autunno 400-2000m	-0,41	-1,00	100%
anno 400-2000m	-0,45	-1,00	100%
escurs. annua 400-1800m	-0,62	-0,95	90,5%

I nostri calcoli, basati sulle stazioni carniche e tramontine, danno gradienti di 0.39°C per le massime e 0.34°C per le minime di gennaio, e 0.76°C per le massime e 0.52°C per le minime del mese più caldo (luglio o agosto). I rispettivi coefficienti di correlazione r sono 0.71, 0.68, 0.90 e 0.90, tutti significativi. Se r² viene accettato come indice dell'efficacia della correlazione, gl'indici invernali si avvicinano al 50% mentre quelli estivi eccedono l'80%. Ne consegue in pratica che se l'altitudine è nota e le forme del rilievo non sono estreme, le temperature estive possono venire stimate con relativa fiducia.

Dai lavori del Fenaroli (1955) e del Poldini (1971) possiamo trarre le necessarie informazioni sui limiti altitudinali medi delle principali specie arboree e formazioni vegetali nella regione friulana: castagneto al disotto dei 450-500 metri e castagni isolati fino a 900 metri; faggeta bassa tra 300 e 1000 metri, faggeta alta da 1000 a 1500 metri, e faggi isolati fino a 1800 metri circa. L'abete bianco cresce misto al faggio, tra 600 e 1400 metri. Il pino montano o mugo, cespuglioso, cresce sulle pendici calcaree fra 1000 e 2000 metri. Il rododendro irsuto tollera estremi ambientali più aspri, e cresce fino al limite superiore delle praterie alpine, circa 2200 metri.

Calcolando il rapporto medio fra l'altitudine delle stazioni termometriche sopra il livello del mare e le rispettive temperature medie massime e medie

minime di gennaio e del mese più caldo (luglio o agosto) si può comporre la seguente tabella:

TABELLA IV - Limiti altimetrici e termici superiori (s) ed inferiori (i).

Pianta o formazione vegetale	Limiti altimetrici m s.l.m.	Limiti termici			
		gennaio		luglio-agosto	
		Max.	min.	Max.	min.
Rododendro	(s) 2200	-3	-10	13	5
Pino montano (mugo)	(s) 2000	-2	-9	14	6
	(i) 1000	2	-6	22	11
Faggio	(s) 1800	-1	-8	15	9
Faggeta alta	(s) 1500	0	-8	18	9
	(i) 1000	2	-6	22	11
Faggeta bassa	(s) 1000	2	-6	22	11
	(i) 650	5	-4	25	13
Pino silvestre	(s) 1500	0	-8	18	9
	(i) 1000	2	-6	22	11
Abete bianco	(s) 1400	0	-8	21	10
	(i) 600	4	-4	25	12
Castagno	(s) 900	3	-6	23	11

Le temperature di questi limiti altimetrici furono calcolate in base alle osservazioni ufficiali, ottenute a stazioni per lo più situate in fondovalle e soggette ad inversioni termiche durante i raffreddamenti notturni e soprattutto durante quelli invernali, tanto più intensi e prolungati.

Non è superfluo ripetere che l'abbassamento dei limiti bioaltimetrici è dovuto soprattutto alla nuvolosità e al conseguente abbassamento delle temperature estive, che in media accorcia l'estate termica di 11 o 12 giorni per 100 metri di altitudine, seppure con enormi variazioni di anno in anno. Le temperature invernali, medie giornaliere o medie minime che siano, contano soprattutto nella dimensione tempo in quanto prolungano la durata del periodo con gelo, determinante ben più potente, sia pure in senso negativo, del ciclo vegetativo. Ma sono i lunghi periodi nuvolosi primaverili e autunnali che prolungano il periodo relativamente freddo mentre allo stesso tempo impediscono il freddo veramente intenso.

È noto (v. ad es. le carte di Tomaselli, 1970 ed Ozenda e Tonnel, 1984) che la vegetazione dell'alta pianura friulana risale fino all'alta valle del Tagliamento e nel Canal del Ferro; ciò può aspettarsi per varie ragioni in queste ampie valli longitudinali, senza invocare l'abbassamento estremo dei limiti altimetrici che tanto spicca invece sui versanti meridionali delle Prealpi.

Venendo ora alle classificazioni dei tipi di bioclima, si nota in particolare tra i botanici una preferenza per la classificazione proposta da Bagnouls e Gaussen, pubblicata nella sua forma più completa nel 1957. I climi di tale classificazione interessanti la regione friulana e alpina orientale nella carta

climatica preparata nel 1972 da Tomaselli ed altri per la nota «Relazione sulla situazione ambientale» sono i seguenti:

TABELLA V - Climi della regione friulana e zone adiacenti.

Clima temperato:

B. Regione mesaxerica:

B 1. Sottoregione ipomesaxerica (temperatura media del mese più freddo tra 0° e 10°C con una massima piovosità in primavera ed autunno);

C. Regione axerica fredda (meno di 3 o 4 mesi con media sotto zero):

C 1. Sottoregione temperata fredda, tipo A (precipitazioni annue superiori a 1000 mm);

C 2. Sottoregione moderatamente fredda oroigrotera (fra 4 e 6 mesi con temperatura media sotto zero);

C 3. Sottoregione fredda oroigrotera (almeno 6 mesi con temperatura media sotto zero).

Il testo che accompagna la carta nomina i querceti quali formazioni tipiche della sottoregione ipomesaxerica (B 1) e la faggeta come tipica della sottoregione temperata fredda (C 1).

La stessa carta mostra che il clima C 3 è ristretto ad una lunga fascia culminale.

Il calcolo correlativo tra l'altitudine e la durata del periodo con gelo giornaliero medio nelle dieci stazioni termoudometriche della Carnia dà un gradiente di circa una settimana di gelo giornaliero medio per ogni 100 metri di altitudine ($r = 0.80$). In media, 3 mesi sotto zero si verificherebbero a 1150 metri circa, e 4 mesi a 1550 metri, altitudine 200 metri superiore a quella del passo di Monte Croce, la stazione più elevata della regione, e purtroppo con una serie di osservazioni troppo breve. Tenuto conto delle approssimazioni di questi calcoli, si può ritenere sufficiente l'accordo fra questa fascia climatica e l'orizzonte della faggeta alta.

Al disopra del limite della foresta le condizioni idriche ed edafiche diventano molto rigorose; quanto al clima, Bagnouls e Gausson ritengono che una durata del gelo medio fra 4 e 6 mesi all'anno sia caratteristica di tale fascia altitudinale. La nostra equazione permette un'estrapolazione da 4 mesi di gelo a 1550 metri a 6 mesi di gelo a 2300 metri. Il limite superiore dei rododendri giunge a 2200 metri, dove il nostro calcolo stima 7 mesi e mezzo con temperatura media sotto zero.

Dove occorre tener conto della radiazione solare ricevuta, persiste sempre il problema della scarsità o mancanza di dati. In un precedente lavoro (Gentilli 1977) fu notato che nella valle del Prescudin vi è un rapporto, sia pure approssimativo ed indiretto, fra il numero di giorni piovosi in ciascun mese del semestre caldo e la radiazione solare ricevuta nello stesso mese. L'equazione proposta è

$$100 Q/Q_0 = 87 - 1.8n_p \quad (1)$$

dove Q è la radiazione solare totale giornaliera ricevuta,

Q_0 è la radiazione solare totale ricevibile su una superficie orizzontale, assumendo una data trasparenza atmosferica (qui presa all'80%) e senza tener conto della topografia, ed

n_p è il numero (frequenza) mensile di giorni con pioggia.

Il valore di Q_0 , alla latitudine di 46°N e alla metà di ciascun mese, in calorie per centimetro quadrato, è circa

TABELLA VI - Radiazione solare totale ricevibile a 46°N .

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
200	320	460	600	720	780	750	640	520	380	240	180

e, tenuto conto di quanto sopra, i dati da aprile a ottobre si possono usare per il calcolo della stima secondo l'equazione (1). La carta qui presentata (Fig. 1) mostra la stima della radiazione solare complessiva ricevuta a metà giugno.

In mancanza di misure dirette della radiazione solare sarebbe meglio basare la stima sulla nuvolosità, ma anche tali dati sono solo disponibili per pochissime stazioni e consistono di sole stime, mancando uno strumento adatto alle misure dirette. A una nuvolosità zero dovrebbe corrispondere un'insolazione vicina al 100%; la nostra equazione parte da un massimo di 87% in corrispondenza a zero giorni con pioggia, lasciando un residuo del 13% dovuto alla presenza di giorni con cielo annuvolato ma senza pioggia.

A mezzogiorno della linea spessa sulla Fig. 1, corrispondente a un dipresso al limite della pianura, le variazioni dell'insolazione sono minute e frammentate, e dovute soprattutto a piante o edifici. A settentrione l'effetto della morfologia del terreno domina la distribuzione della radiazione solare ricevuta nel tempo e nello spazio, con risultati ben diversi per i versanti opposti di ciascuna valle, e contrasti fra valli di configurazione simile ma con orientamento diverso. Siamo nel dominio dei topoclimi e dei microclimi, argomento affascinante che esula dal tema in discussione.

Molto meno grave, nel piovoso Friuli, è un'altra lacuna nei dati climatologici: la carenza di misure dell'umidità atmosferica. Si può fino a un certo punto supplire a tale carenza grazie al fatto che nei climi umidi la temperatura minima notturna è molto spesso inferiore alla temperatura di rugiada, nel qual caso l'umidità relativa notturna dev'essere salita al 100%. Ciò permette una stima approssimativa dell'umidità relativa grado a grado che la temperatura aumenta, fino a scendere al valore di umidità più basso in corrispondenza alla massima termometrica pomeridiana. Nei giorni molto asciutti la minima notturna, per bassa che sia, non scende sotto alla temperatura di rugiada e tale stima ottenuta con tale metodo non è più attendibile (Gentilli 1955).

In una precedente ricerca nella valle del Prescudin (Gentilli 1977), dove le minime notturne sono nettamente inferiori al punto di rugiada, potemmo ricavare l'equazione

$$U_r = 88 - 4(t_M - t_m) \quad (2)$$

dove U_r = umidità relativa (%), e

T_M e t_m = temperature massima e minima giornaliera.

Tali dati sono sempre espressi nelle loro medie mensili.

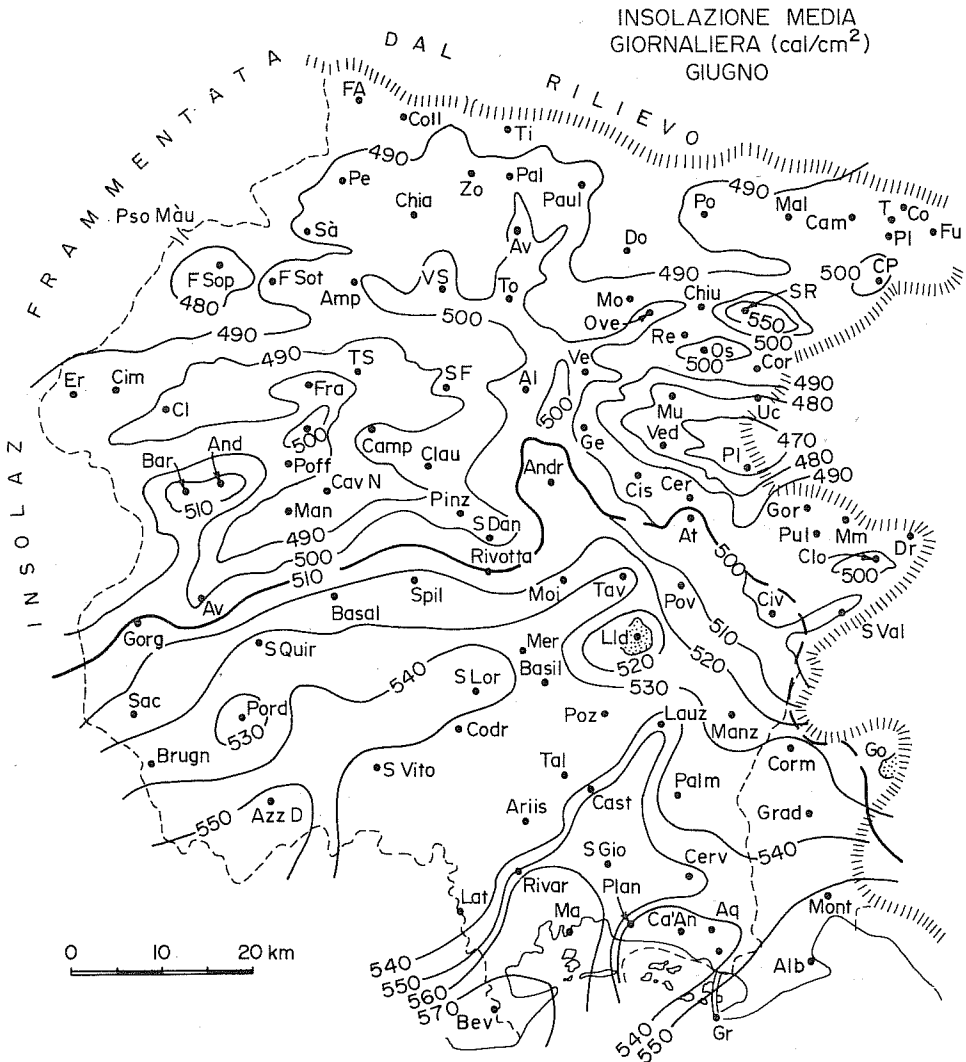


FIG. 1 - Carta dell'insolazione media giornaliera a metà giugno (stima). La linea spessa (510 cal/cm² a occidente, 500 a oriente) separa la zona a rilievo accidentato da quella pianeggiante. Più accidentato ed accentuato il rilievo, più minuta la frammentazione del soleggiamento a causa delle molteplici ombre e dei vari angoli di esposizione.

Data la difficoltà di ottenere dati omogenei e comparabili, abbiamo esaminato i corrispondenti rapporti dei dati climatici delle stazioni di Aviano e Tarvisio, più esposte, e suggeriamo ora la possibilità di stimare le medie mensili delle osservazioni diurne di umidità relativa alle ore 13 in base all'equazione

$$U_{r13} = 100 - 3.5(t_M - t_m) \quad (3)$$

che, pur dando risultati diversi, mantiene le posizioni relative delle varie stazioni.

I necessari dati termometrici sono disponibili solo per un numero limitato di stazioni; in pratica si presenta spesso il bisogno di stimare l'umidità relativa, sia pure in via molto approssimativa, per località dove mancano quasi totalmente dati utilizzabili.

Nel corso di uno studio sui climi di montagna (Gentilli 1980) e sulla base di numerosi dati trovammo un rapporto fra la piovosità e l'escursione termica giornaliera che si può esprimere con l'equazione

$$t_{(M-m)} = 23.4^{\circ}\text{C} - 6.5 \log R \quad (4)$$

dove R indica le precipitazioni totali mensili.

Si tenga presente che i climi di montagna, se si eccettuano le zone aride ed i versanti sottovento soggetti al favonio (Föhn), sono caratterizzati da umidità elevate a causa del progressivo avvicinamento al livello di condensazione. Perciò l'ampiezza dell'escursione termica diminuisce con l'aumentare dell'altitudine. Ne consegue che l'escursione termica giornaliera delle stazioni di pianura, soprattutto nei periodi secchi, è maggiore di quanto risulterebbe secondo l'equazione di cui sopra, che dà risultati più vicini al vero ad altitudini superiori al migliaio di metri. La carta che qui presentiamo (Fig. 2) è pertanto solo una prima approssimazione, valida quale punto di partenza.

Diventa perciò possibile, sia pure con notevole errore e solo in via indicativa, la stima dell'umidità relativa media mensile fondata sulla pioggia totale mensile. Mancano dati sufficienti per analizzare i risultati presentati nella carta, ma sembra che il divario fra l'umidità relativa stimata in base alla pioggia e quella stimata in base all'escursione termica misurata sul posto sia massimo lungo la fascia pedemontana a partire da 400 metri circa e minimo verso i 1000 metri di altitudine, diminuendo progressivamente con l'ascesa. In pianura invece il divario è molto minore e non presenta alcuna tendenza geografica o topografica.

Le carte presentate nel lavoro del 1964 (pp. 570-573) mostrano che la maggior differenza udometrica fra le varie parti del Friuli è nell'intensità delle precipitazioni, di solito espressa dalla quantità di pioggia caduta nelle 24 ore. Tale intensità è massima sui versanti meridionali delle Prealpi, a partire dai 400 metri circa, dove appunto s'incontra bruscamente il massimo divario tra i due metodi proposti. L'eccesso della stima basata sulle piogge si può esprimere come

$$\Delta = 21 - 0.0174h \quad (5)$$

dove Δ è tale eccesso ed h è l'altitudine in metri; come si è osservato più sopra, tale rapporto è approssimativo e valido dai 400 metri in su.

La spiegazione del fenomeno si trova nella turbolenza indotta nelle correnti aeree dalla repentina ascesa causata dall'urto contro il rilievo montano, e quasi simultaneamente nel progresso più lento dei fronti ciclonici, che rallentano o addirittura sembrano brevemente sostare forse più a causa di que-

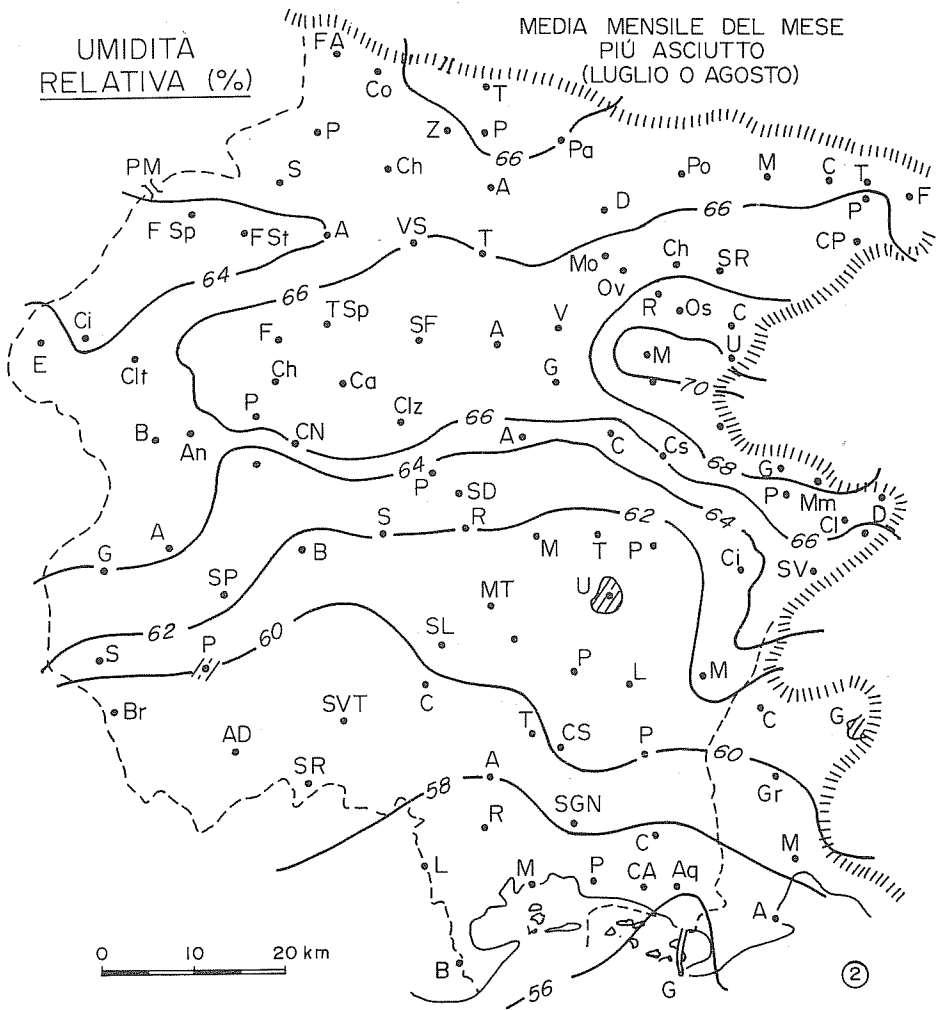


FIG. 2 - Carta dell'umidità relativa del mese più asciutto (luglio o agosto). Si tratta di una stima grossolana, che tuttavia rivela l'effetto straordinario delle Prealpi.

sta turbolenza che a causa dell'ascesa. La maggiore piovosità (Fig. 3) è legata a una maggiore frequenza ed al maggiore sviluppo verticale delle nubi, che a loro volta riducono l'escursione termica e l'evaporazione, così mantenendo una maggiore umidità.

Lo studio climatologico della valle del Prescudin (1977) rivelò l'esistenza fra circa 1000 e 2000 metri di correnti aeree con temperature superiori a quelle registrate alla superficie. Tale fenomeno era più cospicuo nel mese di ottobre, ma si poteva verificare saltuariamente da settembre a dicembre, e in minor misura in marzo. Attribuiamo tali correnti al favonio in altitudine (Föhn sospeso) e deducemmo che ne doveva conseguire a quelle altitudini

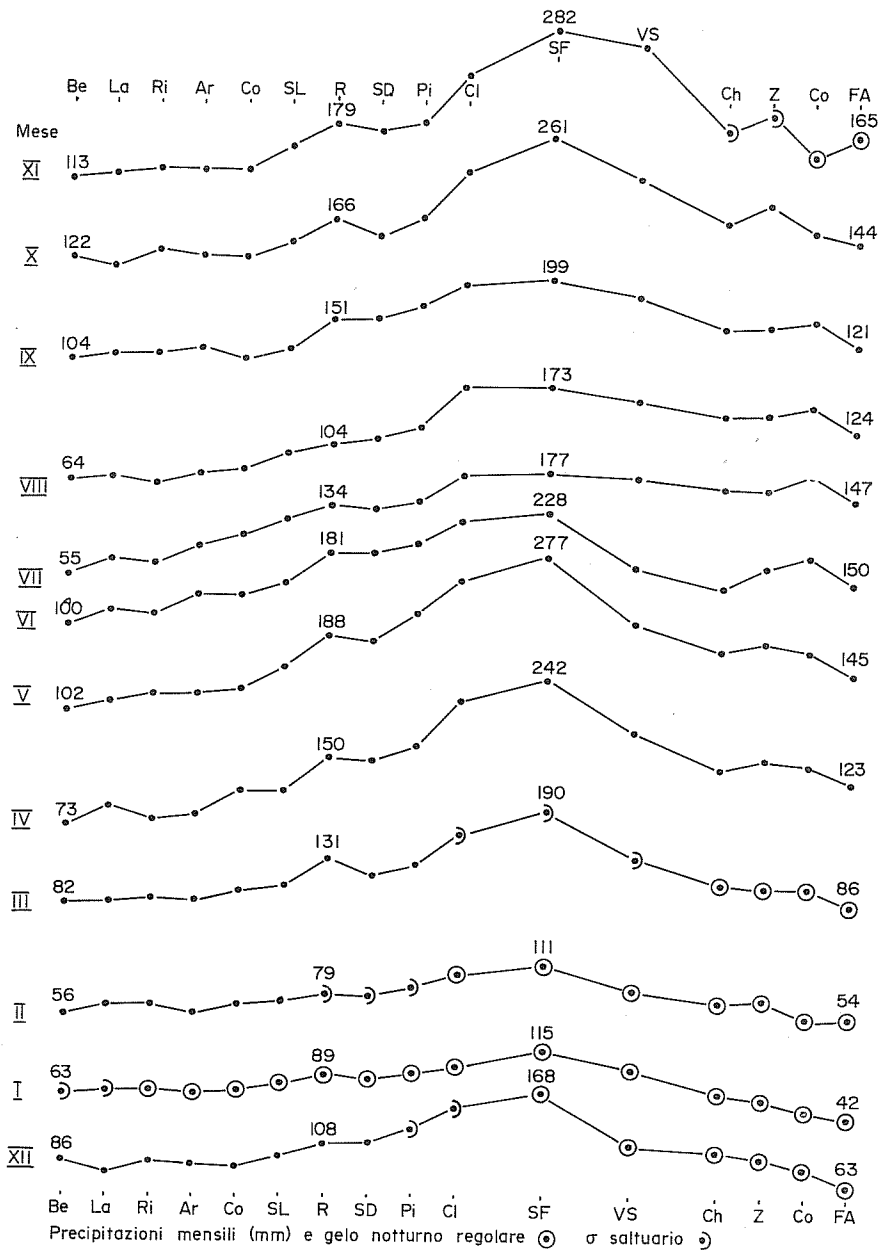


FIG. 3 - Profili mensili delle precipitazioni medie (in millimetri) da S (Bevazzana e Latisana) a N (Forni Avoltri). I dischetti mostrano i mesi con media mensile regolarmente sotto zero, i mezzi dischi quelli con geli non rari ma saltuari. Si noti l'effetto delle modeste colline moreniche presso Rivotta (R), e quello molto più cospicuo della barriera prealpina da Pinzano (P) a San Francesco (SF).

un'evaporazione più attiva e conseguentemente un clima più secco, favorevole al pino mugo e al rododendro.

Riteniamo che l'inversione termica rivelata dalle stime del Vercelli (Tab. II) sia solo in parte dovuta alle normali cause negative, quali il raffreddamento della superficie e l'accumulo d'aria fredda nelle valli e nelle altre concavità del terreno; vi è anche un importante fattore positivo, ossia la graduale discesa di ampie correnti d'aria di origine transalpina, riscaldate adiabaticamente. La rete ufficiale delle stazioni termoudometriche purtroppo non comprende paia di stazioni scaglionate in altitudine adatte a fornire i dati necessari per compiere le necessarie osservazioni con esattezza, invece di limitarsi a sole stime. La barriera montuosa che separa il Cadore dal Friuli e dalla Carnia intercetta i grandi venti occidentali, sia pure ad altitudine assai modesta, ed è orientata in modo da modificare il vento in quota con effetti di favonio. Per ovviare a tale mancanza di coppie di stazioni prossime e con notevole divario di altitudine, e per chiarire il relativo ruolo dei venti oltremontani occidentali da quello dei venti settentrionali veramente transalpini si auspica il collocamento sperimentale temporaneo di termometri, igrometri ed udometri alle massime altitudini utilizzabili almeno sopra ad Erto, Forni di Sopra e Forni Avoltri.

I venti occidentali spesso comportano depressioni atmosferiche che sono la maggior causa di precipitazioni nella regione friulano-alpina. Tali depressioni, formate molto più ad occidente, depositano abbondanti piogge sulla pianura padana e sulla fascia alpina meridionale, e rinnovano il loro carico di umidità sull'Adriatico settentrionale, inviando venti umidissimi sulla pianura friulana e contro i versanti prealpini retrostanti. L'alta pianura friulana riceve le sue piogge più abbondanti in primavera e di prima estate, e piogge quasi altrettanto abbondanti nell'autunno, mentre la bassa pianura e la fascia prealpina hanno il regime opposto (Fig. 4). Le possibili spiegazioni di tale differenza esulano dallo scopo di questo breve esame.

Si ritiene tuttavia che sia possibile riconoscere un effetto termico dovuto a queste correnti aeree: dopo aver scaricato una gran parte del loro vapor acqueo durante l'ascesa, ed essendo perciò più secche, devono riscaldarsi più spiccatamente durante la discesa. Per identificare l'eventuale risultato di tale riscaldamento, abbiamo scelto (Fig. 4) le seguenti paia di località con dati utilizzabili: Maniago (m. 283) e Tramonti di Sopra (m. 411); Gemona (m. 307) ed Oseacco (m. 490); Cividale (m. 138) e Montemaggiore (m. 954). In ciascun paio la località a quota più bassa dovrebbe essere normalmente più calda della località più elevata, ma vari fattori tendono ad uguagliare le temperature medie massime di Maniago e Tramonti di Sopra. Se esaminiamo le medie massime di marzo e dei mesi autunnali troviamo che nel ventennio 1936-55 Tramonti ha avuto una temperatura media mensile superiore alla corrispondente media di Maniago 12 volte su 20 per marzo, 10 su 20 per settembre, 12 per ottobre, 14 per novembre e 10 per dicembre.

Dato il maggiore divario in altitudine, Gemona è quasi sempre più calda di Oseacco, che tuttavia in 18 anni ha avuto medie massime mensili più

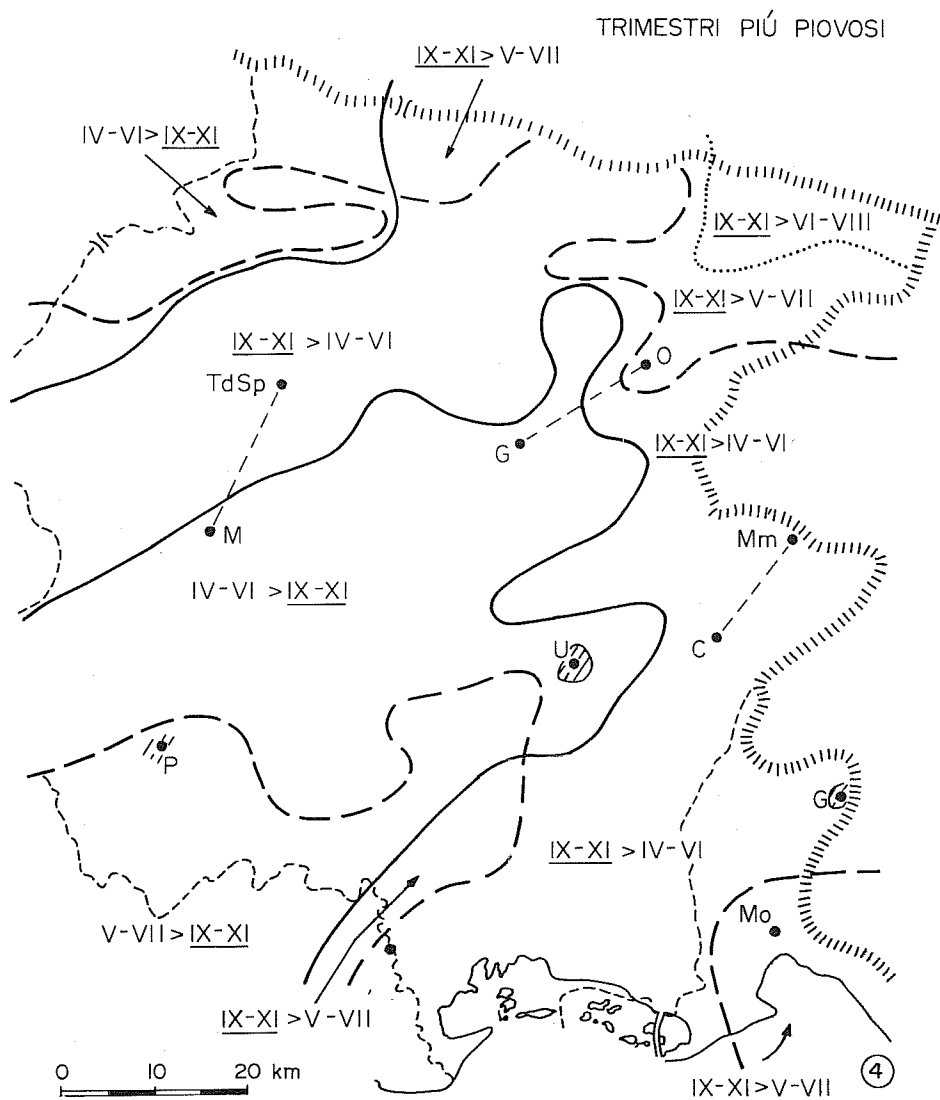


FIG. 4 - I trimestri più piovosi (i numeri romani ne indicano i mesi). L'autunno coincide col trimestre più piovoso sulla barriera prealpina (effetto di sbarramento) e, per altra causa, sulla costa adriatica. Mesi primaverili ed estivi formano l'altro trimestre più piovoso sulla media ed alta pianura e, separatamente, sulla Carnia occidentale. Le lettere iniziali contraddistinguono Cividale, Gemona, Maniago, Monfalcone, Montemaggiore, Oseacco e Tramonti di Sopra.

elevate in 3 anni per settembre, 3 per ottobre, 2 per novembre ed 1 per dicembre. La media massima di settembre è normalmente 1.3°C più elevata a Gemona, ma il settembre 1951 e 1953 fu 1°C più caldo a Oseacco, e quello del 1938 un po' meno, 0.6°C . Oseacco ebbe medie massime di ottobre più

elevate che Gemona nel 1947 (0.7°C), 1953 (0.6°C), 1951 (0.3°C), e un novembre di ben 2° superiore a quello di Gemona nel 1952.

Il confronto Cividale-Montemaggiore rivela molto meno, com'era da prevedere dato il grande divario in altitudine e il diverso orientamento delle alture intermedie. Nello stesso ventennio il solo mese di dicembre 1955 ebbe una media massima più elevata a Montemaggiore che a Cividale, ed il dicembre 1938 registrò la stessa temperatura nelle due stazioni. Differenze nella media massima inferiori a 3° (con Cividale più calda) si verificarono per il marzo 1950 e '55, il novembre 1941, '47, '48, '53, '54 e '55, e differenze inferiori a 2° per il dicembre 1938, '43, '48, '49, '53 e '55.

Nel ventennio 1936-55 gli anni 1948 e 1953 registrarono forse il maggior numero di casi di tali inversioni termiche sufficienti ad alterare le medie massime mensili.

Le precipitazioni possono essere studiate da vari punti di vista, e con metodi diversi. Nel Friuli, in generale, le piogge sono frequenti ed abbondanti; statistiche della quantità di pioggia ricevuta in un dato mese od anno sono facilmente accessibili. Non mancano le carte, per quanto sia a volte preferibile comporre una carta apposita in base alle statistiche disponibili. Lo studio della frequenza delle piogge è stato invece trascurato.

La frequenza mensile dei giorni con pioggia fu esaminata per i mesi di marzo e novembre nei 30 anni 1921-50, con la riduzione di marzo a 30 giorni e l'estrapolazione a 30 anni ove le osservazioni sono limitate a un periodo più breve. Presentiamo le seguenti tabelle:

TABELLA VII - Frequenza di mesi di marzo con un dato numero di giorni di pioggia, trentennio 1921-1950.

Sottozona	0	1-3	4-6	7-9	10-12	13-	≥7
Alpi: Carnia	1,5	10,0	5,5	4,0	5,0	5,0	14,0
Fella	2,0	7,5	6,5	4,5	4,0	5,5	14,0
Prealpi: Alesso	1,0	6,0	9,0	2,0	6,0	6,0	14,0
Clauzetto	2,0	5,0	6,0	7,0	2,0	8,0	17,0
Tramontino	2,0	7,0	5,5	5,0	4,0	6,5	15,5
Musi ed oltre	2,0	7,0	5,0	4,0	5,0	7,5	16,5
Ante-Musi	0,5	6,0	7,0	6,0	3,0	8,0	17,0
Valli cividalesi	1,0	5,0	6,0	6,0	4,0	7,0	17,0
Goriziano	0,0	5,5	7,5	6,0	4,5	6,5	17,0
Colli morenici	1,0	7,0	7,0	4,0	3,0	7,0	14,0
Pianura: Udinese	1,0	6,0	7,0	5,5	4,0	6,5	16,0
Maniago-Aviano	1,0	6,0	7,5	4,0	3,5	8,0	15,5
Pordenonese	2,0	8,0	5,0	4,0	4,0	7,0	15,0
Bassa	2,0	8,0	6,0	5,0	4,0	5,0	14,0

In genere, i mesi in cui prevale l'effetto dello sbarramento orografico delle correnti aeree e delle depressioni atmosferiche sono contraddistinti da almeno 7 od 8 giorni con precipitazioni (v. ultima colonna a destra nelle tabelle).

In marzo (Tab. VII) si nota in Carnia ed in grado minore nella valle del Fella l'effetto del Nordföhn, causato dalle situazioni anticicloniche sull'Euro-

TABELLA VIII - Frequenza dei mesi di novembre con un dato numero di giorni di pioggia, trentennio 1921-1950.

Sottozona	0	1-3	4-6	7-9	10-12	13-	≥7
Alpi: Carnia	0,5	4,0	6,0	5,0	6,0	8,0	19,0
Fella	0,5	3,5	5,5	7,0	7,0	6,5	20,5
Prealpi: Alesso	1,0	4,0	6,0	6,0	5,0	8,0	19,0
Clauzetto	1,0	4,0	5,0	3,0	8,0	9,0	20,0
Tramontino	0,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	21,0
Musi ed oltre	0,0	2,0	0,6	5,0	7,0	10,0	22,0
Ante-Musi	0,0	3,5	5,0	7,0	5,5	9,0	21,5
Valli cividalesi	0,0	3,0	4,5	6,0	6,0	10,0	22,0
Goriziano	1,0	4,0	2,0	5,0	6,5	11,5	23,0
Colli morenici	0,0	3,5	6,0	4,5	8,5	6,5	19,5
Pianura: Udinese	0,5	3,5	5,0	7,0	7,0	7,5	21,5
Pordenonese	1,0	4,0	7,0	6,0	5,0	7,0	18,0
Bassa	0,0	4,0	5,0	6,0	8,0	7,0	21,0

(Si noti che in alcune sottoregioni l'arrotondamento delle cifre produsse totali di 29,5 o 30,5 invece dell'esatto teorico 30).

pa centro-orientale e manifesto nella straordinaria frequenza di mesi con solo da 1 a 3 giorni con pioggia. Nella stessa sottozona, più raramente, marzo può essere molto più piovoso grazie all'arrivo di venti meridionali. L'effetto del Südföhn è invece molto più sentito in novembre, soprattutto nella fascia prealpina (Tab. VIII).

Questa breve rassegna mira ad aprire la via ad ulteriori e ben più precise ricerche abbinate a specifiche indagini biofisiche, fisiologiche e biogeografiche. Più che una soglia, il Friuli è un quadrivio climatico. Le differenze climatiche e biogeografiche in senso meridiano (cisalpine/transalpine) sono assai maggiori di quelle in senso zonale (padano-venete/istro-balcaniche), sebbene queste ultime siano fortemente accentuate dalla presenza dell'Adriatico e dalla remota ma gigantesca presenza dell'Asia.

Come in tanti altri campi, anche nello studio della climatologia occorre tener conto della scala spaziale e temporale dei fenomeni in esame. Le statistiche climatologiche disponibili si riferiscono alle osservazioni fatte a stazioni fisse, durante mesi o, al massimo, giorni. Le variazioni climatiche fra stazioni che sembrano vicine sulla carta e sono anche veramente vicine a volo d'uccello possono essere grandissime nella realtà, soprattutto se sono interposte catene collinari o montane; il gradiente fra due stazioni di clima relativamente simile può cambiare in senso opposto sui due lati della catena montuosa o sui fianchi opposti della stessa valle. Basta esaminare con spirito critico la nostra Fig. 5, che pure è «corretta» nel limite dei dati effettivamente disponibili, per rendersi conto del grande divario fra la rappresentazione grafica possibile, e quella che sarebbe la realtà probabile se venissero interpolati tutti i dati desiderabili e, purtroppo, solo potenziali.

Le caratteristiche della capannina che ripara gli strumenti usati nelle osservazioni ufficiali assicurano l'uniforme attendibilità di tali osservazioni, e le rendono perciò adatte a rappresentare i rispettivi aspetti dei climi delle gran-

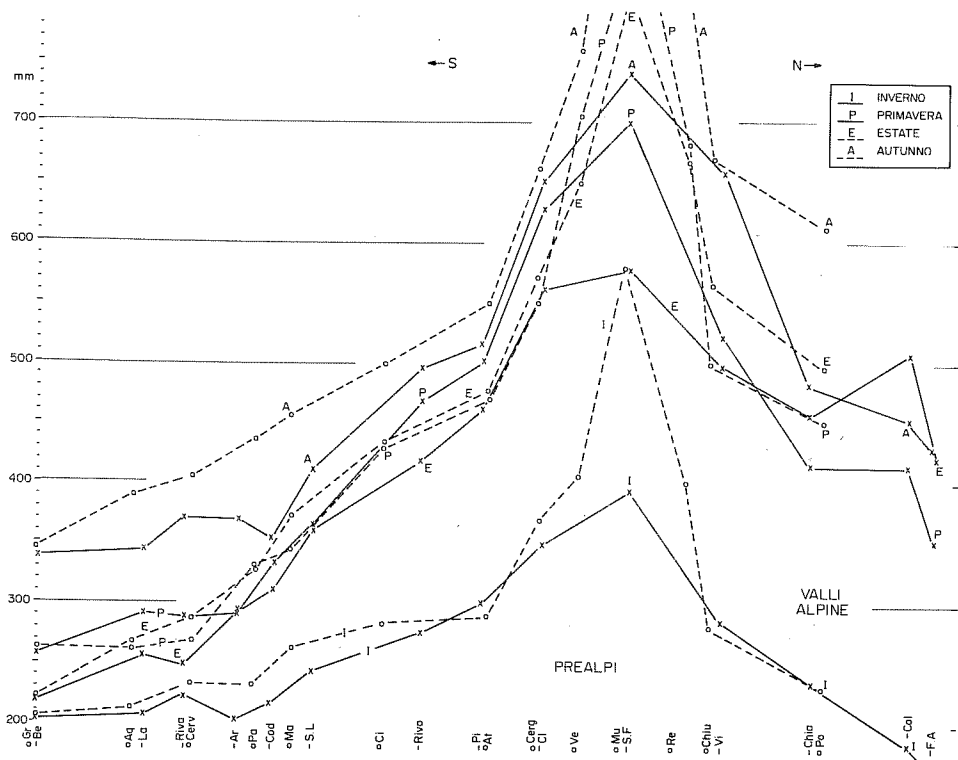


FIG. 5 - Incidenza delle precipitazioni stagionali lungo l'asse occidentale (da Bevazzana e Latisana a Forni Avoltri, trattini verticali, crocette, grafici a linee continue) e l'asse orientale (da Grado a Pontebba, cerchietti e grafici tratteggiati). Si tenga presente che manca qualsiasi dato climatico per le molteplici catene montuose prealpine ed alpine che separano le varie stazioni.

di formazioni vegetali ed anche, in via generale, dei loro valori climatici ottimali od estremi.

Ben diversa è la situazione con riguardo ai climi delle piante di bassa statura, che pure dimostrano una dovizia di forme (Raunkjaer 1934) ora ereditarie ma in gran parte dovute all'influsso dell'ambiente, e soprattutto dell'ambiente climatico sia regionale che locale. Alla scala dei topoclimi e dei microclimi vi può essere un notevole divario tra siti vicinissimi, quasi identici in proiezione verticale, che pur possono ospitare flore e faune assai diverse: basti pensare all'umida penombra equitemica ai piedi di un lastrone calcareo, ed all'arida, abbagliante e quasi scottante superficie superiore dello stesso lastrone, che poi si raffredda fin troppo durante la notte. La sola escursione diurna di un tale sito può superare i 50°C. I microclimi delle rocce, delle ghiaie, delle sabbie, del limo e delle argille sono importanti ed interessanti, ma ancora privi di una documentazione soddisfacente; si continuano a citare i pochi ormai classici ma un po' frusti esempi. Un'analisi sistematica di questi topoclimi e microclimi dev'essere fondata su una nuova documentazione, non

per nostro modernismo eccessivo ma semplicemente perché i vecchi dati non sono più compatibili con i nuovi dati ottenuti con strumenti in gran parte diversi. Nuovi strumenti di misura, seppure non «ufficiali», non mancano, e dovrebbero essere usati molto più spesso e più a lungo che non sia stato finora il caso.

È chiaro da questo breve esame di alcuni aspetti dei climi del Friuli che persistono gravissime lacune sistematiche e topografiche, lacune che solo intensive ricerche monografiche da un lato e ricerche interregionali di gruppo dall'altro possono cominciare ad intaccare.

BIBLIOGRAFIA

- BAGNOULS F., GAUSSEN H., 1957 - *Les climats biologiques et leur classification* - Ann. de Géogr., 66: 193-220
- BAY E., 1937 - *Condizioni fisiche e forestali della Carnia* - L'Alpe, 24: 215-223
- BLÜTHGEN J., 1966 - *Allgemeine Klimageographie* - de Gruyter, Berlin
- DANSEREAU P., 1957 - *Biogeography - an ecological perspective* - Ronald Press, New York
- FAVARGER C., ROBERT P.A., 1957 - *Flore et végétation des Alpes* - Neuchatel
- FENAROLI L., 1955 - *Flora delle Alpi* - Martello, Milano
- FLOHN H., 1954 - *Witterung und Klima in Mitteleuropa* - Forsch. z. deut. Landesk., N° 78, Hirzel, Stuttgart
- GENTILLI J., 1955 - *Estimating dew point from minimum temperature* - Bull. Amer. Met. Soc., 36: 128-131
- GENTILLI J., 1959 - *Le temperature montane in Toscana* - Riv. Geogr. It., 66: 309-321
- GENTILLI J., 1964 - *Il Friuli: I climi* - Camera di Commercio, Industria e Agricoltura, Udine
- GENTILLI J., 1977 - *I climi del Prescudin* - Azienda Regionale delle Foreste, Direzione Generale delle Foreste, Udine
- GENTILLI J., 1980 - *Essai de classification des climats de montagne*. In: Montagnes et montagnards, pp. 23-31 - Institut de Géographie Alpine, Grenoble
- GIACOMINI V., FENAROLI L., 1958 - *La Flora* - Touring Club Italiano, Milano
- MENNELLA C., 1967 e 1970 - *Il clima d'Italia, voll. 1 e 2* - Conte, Napoli
- OZENDA P., TONNEL A.M., 1984 - *Etages de végétation de la chaîne alpine* - carta in P. Ozenda, La végétation de l'arc alpin - Conseil de l'Europe, Strasbourg
- POLDINI L., 1971 - *La vegetazione*. In: Enciclopedia monografica del Friuli Venezia Giulia - Istituto per l'Enciclopedia del Friuli Venezia Giulia, Udine
- RAUNKJAER C., 1934 - *Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography* - Clarendon Press, Oxford
- REY P., 1960 - *Essai de phytocinétique biogéographique* - Centre National pour la Recherche Scientifique, Paris
- RICHARD L., 1985 - *Contribution à l'étude bioclimatique de l'arc alpin* - Docum. cart. écol., 28: 33-64
- SUSMEL L., 1955 - *Faggio* - Monti e boschi, 6: 489-500
- TOMASELLI R., 1970 - *Carta della vegetazione naturale potenziale d'Italia: carta e note illustrative* - Dir. gen. econ. mont. e forest. - Collana verde - N° 27
- TOMASELLI R., BALDUZZI A., FILIPELLO S., 1972 - *Carta bioclimatica d'Italia*. In: Prima relazione sulla situazione ambientale del paese - Vol. 1 - Tecneco, Firenze
- VERCELLI F., 1930 - *Aria e temperie*, in: Guida del Friuli, vol. V - Gorizia con le Vallate dell'Isonzo e del Vipacco, a cura di M. Gortani - Società Alpina Friulana, Udine
- WALTER H., 1960 - *Grundlagen der Pflanzenverbreitung I: Standortlehre* - Ulmer, Stuttgart