

## STUDIO MICROCLIMATICO DELLA VEGETAZIONE ALPINA DELLE VETTE DI FELTRE

Elisabetta FROSSI

**Keywords:** Alpine vegetation, Microclimate, Ecophysiology of alpine plants, Synecology.

**Abstract.** MICROCLIMATIC INVESTIGATIONS IN THE ALPINE VEGETATION OF THE VETTE DI FELTRE. Synecological studies of the vegetation have been carried out in the glacial cirque Busa delle Vette at about 2.000 m (Vette di Feltre, Prov. Belluno, Italy), on limestone.

The microclimate of the grasslands association (*Seslerio-Caricetum sempervirentis* and *Nardetum*) is mesic, whereas the pioneer *Adenostyli-Heracleetum*, colonizing the scree slopes, has warmer and drier conditions. On the contrary the *Adenostyles glabra*-association and the *Rumicetum alpini* are confined to more humid sites.

The pedological study confirms such relations. The earliest stage of the pedogenetical evolution with (A)-C profile of the *Adenostyli-Heracleetum* develops a soil characterized by the presence of a mollic epipedon under the *Seslerio-Caricetum sempervirentis*. Intensification of the pedogenetic processes leads to the formation of an illuvial horizon in the *Nardetum*-soils. Further developmental stages with peculiar features, can be identified in the *Rumex alpinus*- and *Adenostyles glabra* - associations.

### Premessa

Questo studio si propone di individuare il microclima nei biotopi più diffusi delle zone elevate delle Vette Feltrine. È stato preso in esame il più rappresentativo circo glaciale di questo gruppo montagnoso denominato "Busa delle Vette", totalmente compreso nella tavoletta "Le Vette" del foglio n. 22 quadrante II orientamento NE della carta d'Italia redatta dal I.G.M. Ciò anche perché, pur essendo una zona arealmente limitata (1700x600 m), essa permetteva di seguire la dinamica dei popolamenti alpini, dalle associazioni pioniere dei ghiaioni alle associazioni più evolute che vi si possono sviluppare. Tale situazione permetteva rilevazioni microclimatiche in biotopi diversi con possibilità di lettura quasi simultanea dei dati, il che costituisce il presupposto fondamentale per una corretta interpretazione.

Si è operato dapprima un rilevamento floristico e successivamente un rilevamento fitosociologico secondo il metodo di Braun-Blanquet, un campionamento dei diversi tipi di suoli ed una serie di misure microclimatiche nelle diverse associazioni.

Notevoli difficoltà si sono avute nelle analisi strutturali e chimico-fisiche dei terreni. Si ritiene pertanto utile approfondire questo particolare studio in un

---

Ricerca svolta con contributo CNR nel quadro del Programma Finalizzato "Qualità dell'Ambiente" e dell'attività del Gruppo "Biologia Naturalistica".

momento successivo.

Lo scopo principale del lavoro è quello di acquisire dati riguardanti il microclima di queste aree e cercare le correlazioni con le variabili fitosociologiche e le variabili edafiche.

Le ricerche condotte in campagna sono state compiute nei periodi luglio-agosto 1976, giugno-agosto 1977.

### **Caratteri geologici**

L'area considerata appartiene all'unità orografica delle Alpi feltrine. Tale unità è costituita esclusivamente da rocce sedimentarie: più precisamente vi affiorano livelli calcarei per un'estensione areale che supera il 90%. Stratigraficamente si rilevano litotipi di età compresa tra il Giura ed il Creta inferiore.

La parte meridionale della B $\ddot{u}$ sa, caratterizzata da numerose doline e da una serie di rilievi che si allineano trasversalmente, quasi a chiudere la bocca del circo, è costituita dagli affioramenti di Calcari grigi di Noriglio (Lias inferiore). Sono calcari presenti in bancate ad entrochi, talora in "facies" oolitica, generalmente privi di fossili, con numerosi solchi carsici, fori e vaschette di corrosione.

Stratigraficamente seguono i Calcari oolitici di S. Vigilio, il cui affioramento, molto limitato ed assotigliato, circonda la B $\ddot{u}$ sa per estendersi leggermente solo lungo il versante sud-occidentale. Questa formazione presenta una colorazione bianco-grigiastra; sono calcari puri, il cui contenuto di  $\text{CaCO}_3$  va da 94-97% (Largaioli 1970), prevalentemente organogeni e, in genere, in grosse bancate.

I versanti del circo presentano pareti verticali e sono costituiti da calcari molto ricchi di ammoniti di color bianco-rosso mattone, con  $\text{CaCO}_3$  aggirantesi al 93% (Largaioli, 1970). La disposizione degli strati del Rosso ammonitico veronese (Dogger inf.-Malm sup.) è in genere orizzontale o poco inclinata con potenza decimetrica, delimitata da superfici nodulari.

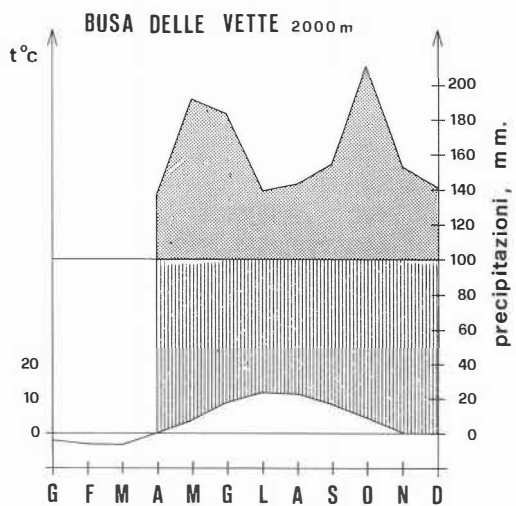
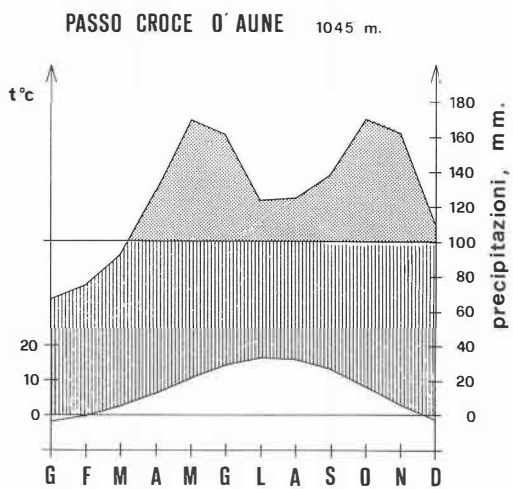
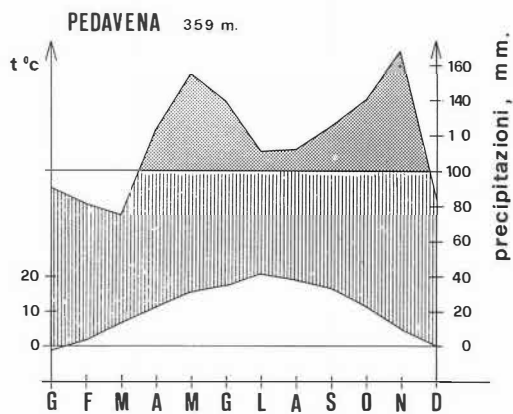
Questo litotipo interrompe con brusco gradino i sovrastanti pendii di Biancone (Titoniano-Cenomaniano) che affiora solo nella parte superiore delle dorsali che delimitano la B $\ddot{u}$ sa. Si tratta di calcari bianchi, poco coerenti, fittamente stratificati, ricchi di fossili.

Il Quaternario è rappresentato in modo evidente dal succedersi di depositi morenici che ricoprono totalmente la parte più settentrionale. A questo periodo risalgono gli accumuli di materiale di degradazione sotto forma di detrito di falda, derivanti dallo sgretolamento del Biancone.

### **Il clima**

All'interno della zona studiata non ci sono stazioni microclimatiche permanenti. Si è ritenuto opportuno elaborare i valori raccolti dall'Osservatorio meteorologico della ex Dreher S.p.A., stabilimento di Pedavena (Piazza, 1982) per il periodo 1961-'81 integrandoli con quelli provenienti dal lavoro del Fliri per il periodo 1931-'60 nelle località di Pedavena e di Passo Croce d'Aune.

Per quanto riguarda la stazione di Pedavena l'analisi dei valori evidenzia che il mese che presenta una temperatura media più elevata è luglio con 20.4°C, mentre il



Il mese più freddo risulta gennaio con una temperatura media di  $-1.1^{\circ}\text{C}$ . Sulla base della classificazione di De Martone i parametri termici attribuiscono alla zona un clima temperato-freddo continentale. I più bassi valori di piovosità media mensile si registrano nei mesi di febbraio e dicembre con 81.2 mm e 86 mm circa di pioggia caduta; il massimo è in novembre con 168 mm. Dall'analisi dei dati risulta evidente l'andamento sub-equinoziale autunnale del regime udometrico.

Tabella 1

Temperature medie mensili e annue (da FLIRI, 1975 - PIAZZA, 1982)

		G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
Pedavena	1931-'81	-1.1	1.95	6.65	11	15.45	18.3	20.4	19.9	16.75	11.45	5.1	-0.2	19.47
Passo Croce d'Aune	1931-'60	-1.4	0	2.7	6.5	19.7	14.5	16.8	16.4	13.4	8.5	3.3	-0.2	7.6
Busa delle Vette	—	-1.8	-2.7	-2.7	0.3	4.2	9.3	11.9	11.6	8.8	4.4	0.8	-0.2	3.65

Tabella 2

Precipitazioni medie mensili e annue (da FLIRI - PIAZZA, cit.)

		G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
Pedavena	1941-'59													
	1961-'81	91	81.2	75	123.4	156	140.5	111	112	125.6	140	168	86	1976.5
Passo Croce d'Aune	1931-'60	67	75	93	129	171	162	123	125	138	170	162	109	1180
Busa delle Vette	—	—	—	—	136.6	191.6	183.5	139.5	142.9	155.1	211.3	153.8	140.6	1454.9

I valori di temperatura e umidità riportati dalla tabella sono stati visualizzati tracciando il climogramma di Walter.

Anche per Passo Croce d'Aune si è ritenuto interessante costruire il climogramma anche se i dati a disposizione si riferiscono solo al periodo 1931-'60.

Per questa stazione il valore più elevato fra le temperature medie risulta essere  $16.8^{\circ}\text{C}$  registrato nel mese di luglio; la temperatura più bassa è stata registrata, anche in questa località, nel mese di gennaio con  $-1.4^{\circ}\text{C}$ . Il mese che presenta la minor piovosità è gennaio (67 mm di pioggia caduta), mentre in primavera ed autunno si registrano le punte massime (maggio: 171 mm - ottobre: 170 mm).

Dalla estrapolazione dei precedenti dati è stato redatto un climogramma ipotetico per la situazione climatica della Busa delle Vette. Risulta evidente un ulteriore abbassamento della temperatura pari ad un valor medio di circa  $3.65^{\circ}\text{C}$  dalla media dei dati della stazione di Passo Croce d'Aune ed un aumento in mm di precipitazione a carattere piovoso aggirantesi su valori di circa 274.9. Si fa presente che nel citato climogramma non vengono presi in considerazione i primi mesi dell'anno (gennaio-febbraio-marzo) poiché la temperatura media risulta essere sempre inferiore allo zero Celsius, in queste condizioni si ritiene che le precipitazioni siano di carattere prevalentemente nevoso, non connesse quindi, con le problematiche considerate nel presente grafico.

### Pedogenesi

Il suolo è essenzialmente il prodotto dell'alterazione della roccia e della sostanza organica prodotta dalle piante, le cui proprietà variano col variare dei fattori che lo

hanno formato.

La sua origine dinamica può essere sintetizzata nella formula:

$$\text{suolo} = f(\text{rm. c. m. b.}) dt$$

ove rm è la roccia madre, c il clima, m la morfologia, b l'attività biologica e t il tempo.

In questo studio possiamo considerare come parametri costanti sia il clima, inteso come macroclima, sia il tempo. I suoli cartografati a grande scala (1:5000) rivelano quindi soprattutto le variazioni topografiche, i diversi substrati e le diverse associazioni vegetali insidiate.

Tralasciando la roccia affiorante, il primo stadio di evoluzione pedogenetica è caratterizzato da un profilo (A)-C ove, su di un substrato costituito da detrito grossolano calcareo si è depositato del materiale organico poco o scarsamente evoluto. Tale suolo, rilevato al centro dei ghiaioni, può essere incluso nell'ordine degli Entisuoli.

Il progressivo accumulo di sostanze umiche che si è tradotto nella formazione di un epipedon mollico, ha dato origine al secondo stadio evolutivo. Il suo profilo è di spessore limitato, ricco di scheletro, poggiante direttamente sulla roccia madre compatta o brecciata. Questo suolo, riconducibile all'ordine dei Mollisuoli, è largamente individuato nella Busa, soprattutto su declivi dov'è possibile un continuo apporto di materiale scheletrico ed ospita un tipo di vegetazione assai diffusa sulle Alpi Orientali: il *Seslerio-Caricetum sempervirentis*.

L'evoluzione naturale della vegetazione tenderebbe verso una associazione più acidofila dominata da varie specie di *Festuca*, ma, nella Busa, ad essa si vengono a sovrapporre una serie di stadi di degradazione ad opera dell'azione antropica. Questo fa sì che la serie proceda verso uno stadio a *Nardus*.

Una parallela modificazione avviene anche nel suolo, dove si è rilevato un aumento dello spessore del profilo dovuto alla deposizione degli elementi granulometrici minori. A questo si unisce la drastica diminuzione di scheletro che ci palesa, con notevole evidenza, l'impronta di una prolungata azione sia fisico-chimica sia biologica. L'orizzonte (B) che si forma è un orizzonte cambico e il suolo rilevato è classificabile come Terra bruna. Questi suoli, blandamente acidofili, sono colonizzati a *Nardus*.

Un'accentuazione di tali fenomeni porta alla formazione di un suolo azonale, rilevato in aree molto ristrette nelle vicinanze delle malghe. Esso è caratterizzato da un alto contenuto di materiali argilliformi e di liquidi organici e da una struttura tendenzialmente lamellare causata dal pascolo dei bovini. In queste condizioni si instaura una associazione monospecifica a *Rumex alpinus*.

Uno stadio del tutto particolare è il suolo delle stazioni ad *Adenostyles*. Esse hanno una localizzazione puntiforme in depressioni poco profonde e di vario diametro. Il loro profilo è caratterizzato da un minimo spessore eluviale che poggia direttamente su un orizzonte C costituito da materiale limoso-argilloso.

### Microclima

Il naturale evolversi della vegetazione produce modificazioni nel suolo e nel

microclima ed a sua volta è condizionato da queste. Suolo, microclima e vegetazione sono, in natura, elementi inscindibili che non si possono pienamente capire se si considerano avulsi l'uno dall'altro.

Lo studio dei terreni, quindi, anche se superficiale, ci ha portato ad una conoscenza più approfondita dei singoli biotopi e della loro articolazione spaziale nell'ambito del territorio. Il substrato pedogenetico, derivato dalla prima alterazione della roccia madre, è sottoposto all'azione del clima, della vegetazione, ecc..., per cui i suoi componenti e la materia organica apportata dalla vita animale e vegetale si ridistribuiscono, a volte accumulandosi, a volte disperdendosi e determinando condizioni diverse per l'insediamento di particolari associazioni. Gli elementi presenti nel suolo si combinano, si ionizzano in funzione delle variate condizioni ambientali al fine di formare composti che rappresentano il sistema di energia più stabile nelle nuove condizioni (Ferrari-Sanesi 1965).

È evidente che la conoscenza delle caratteristiche chimiche e fisiche del suolo è di notevole importanza per chiarire alcune differenze riscontrate nell'andamento microclimatico. Le proprietà del terreno sono determinanti nella caratterizzazione dei singoli biotopi dal punto di vista del bilancio idrico e termico.

Lo studio da noi attuato si è svolto mediante strumenti assai semplici (termometri e psicometri), i quali ci hanno permesso di ottenere dati su alcune variabili essenziali quali l'andamento delle temperature e dell'umidità relativa.

Le vicissitudini macroclimatiche, caratteristiche di questa zona, hanno, purtroppo, diminuito la rappresentatività dei dati afferenti ad alcune stazioni.

### Geotermia

Processi vegetali come la germinazione dei semi e la crescita delle radici avvengono solo quando la temperatura del suolo ha raggiunto particolari soglie critiche. Possiamo affermare, in sintesi, che la temperatura del suolo dipende, direttamente od indirettamente, da tre principali fattori: innanzitutto dalla percentuale di calore che un suolo è in grado di assorbire, poi dall'energia calorica necessaria per ottenere una variazione nella temperatura del suolo considerato ed infine dall'energia necessaria per produrre l'evaporazione (N.C. Brady 1974).

Essendo la geotermia una condizione importante nella valutazione microclimatica, sono state registrate le temperature negli orizzonti superficiali del suolo. Abbiamo utilizzato geotermometri a mercurio affondati fino ad una profondità di circa 10 cm. La lettura degli strumenti, come illustrato dalla relativa tabella, è stata effettuata ogni ora; successivamente sono stati mediati i valori registrati nei diversi giorni alla medesima ora.

Tabella 3

	Temperature medie orarie del terreno										
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	n. giorni
Seslerietum	11.58	12.12	12.72	13.53	13.2	13	13	12.55	12	11.89	7
Nardetum	10.43	11.16	11.7	12.07	12.32	12.26	12.32	11.9	11.75	11.5	4
Aden.- Heracleetum	12.6	13.89	14.89	15.36	15.12	14.6	13.72	13.03	12.15	11.54	7

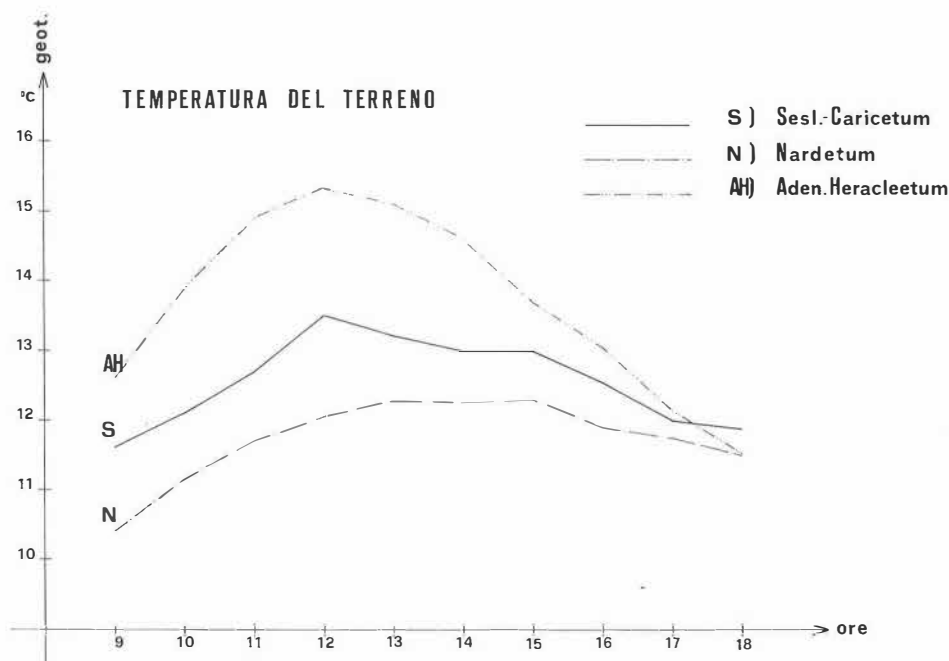


Fig. 1

La fig. 1 mostra l'andamento termico nel terreno nelle due associazioni peculiari della "Busa": il *Seslerio-Caricetum sempervirentis* e il *Nardetum alpigenum* e nello stadio a *Rumex scutatus* e *Silene glareosa* (M. Del Giusto 1979) che colonializza la parte centrale del ghiaione posto nelle immediate vicinanze.

Il Seslerieto è il tipo di vegetazione che realizza la migliore utilizzazione della superficie disponibile in questa fascia vegetazionale, su pendii ben esposti e leggermente inclinati ed è rappresentato da specie tipicamente pabulari e foraggere. Tale biotopo si trova sotto la "Costa dei Piadoch" ad un'altezza di 1980 m, con esposizione E-SE ed inclinazione di 25°. Essendo posta nelle vicinanze degli altri biotopi qui rilevati, ci permetteva di registrare dati pressoché contemporanei ed è stata quindi scelta come termine di comparazione con gli altri valori registrati.

Il Nardeto è un'associazione tipica dei pascoli magri di origine antropica e raggiunge una notevole estensione quando il pascolo è particolarmente accentuato.

Il Nardeto considerato per le misure microclimatiche si trova alla base di un avallamento a circa 10 m più in basso della precedente stazione, con la medesima esposizione ed inclinazione di 40°. La stazione di ghiaione si trova anche essa sotto "Costa dei Piadoch" ad una altezza di 2025 m, con esposizione E-NE ed una inclinazione di 30°.

Prendiamo dapprima in esame l'andamento della temperatura nei primi due biotopi descritti. Si può osservare come essa sia sufficientemente costante nella

stazione a *Sesleria varia* e risulti sempre maggiore dei valori registrati nella stazione a *Nardus stricta*.

La spiegazione di questo andamento deve essere ricercata nel diverso tipo di suolo.

Il Seslerieto presenta un tipico suolo di montagna originatosi su declivi da substrati calcarei e dolomitici, classificato come Rendzina (Kubiens, 1953) o come appartenente all'ordine dei Mollisols secondo la classificazione usata negli Stati Uniti dal 1965 (Soil Classification: A Comprehensive System, Seventh Approximatio, U.S.D.A., 1960 e 1967). Il suo profilo comprende, in genere, un epipedon mollico di spessore limitato, ma superiore ai 10 cm, ricco di scheletro grossolano. Il fatto è attribuibile alla pendenza che favorisce lo scorrimento superficiale dell'acqua e l'asportazione dei costituenti fini e leggeri derivati dalle alterazioni pedogenetiche, lasciando "in situ" i costituenti dello scheletro calcareo provenienti dalla roccia madre. L'orizzonte superficiale è quindi saturo in basi per più del 50%.

Il suolo della stazione a *Nardus* è caratterizzato, invece, da una intensificazione dei processi pedogenetici e dalla diminuzione della pendenza del profilo geomorfologico. Ciò provoca una graduale decalcificazione del terreno sovrastante (Rendzina), una diminuzione nel profilo dei costituenti dello scheletro, l'aumento degli elementi granulometrici minori, l'acidificazione più accentuata degli orizzonti eluviali. Inoltre, nella zona da noi studiata, a questi fattori si aggiunge il fenomeno del pascolo che si manifesta in una duplice azione: arricchimento degli orizzonti superficiali di rifiuti organici e diminuzione della percentuale di pori, causate dal calpestio e dalla conseguente limitazione del drenaggio.

Questo terreno può essere inquadrato fra le Terre Brune; esso possiede un orizzonte (B) cambico rappresentante un'alterazione del substrato più che un tipico orizzonte illuviale.

Tenendo presenti questi caratteri generali, si può ritenere che il riscaldamento del terreno dipenda da diversi fattori quali l'intensità della radiazione solare incidente, il colore degli orizzonti superficiali, la percentuale di scheletro presente nell'epipedon, il tenore idrico e il grado di saturazione in basi. Il primo fattore può considerarsi costante per entrambi. Notevole importanza ha il colore degli orizzonti superficiali; questo infatti ha valori compresi tra 10 YR 2/2 e 10 YR 3.5/2 (Munsell, 1975) nell'epipedon mollico derivante dal notevole accumulo di sostanze umiche, che determina in questi suoli un maggior assorbimento della radiazione solare incidente. Questo è il fattore principale, che spiega la maggiore velocità di riscaldamento e quindi la temperatura mediamente maggiore osservata nella stazione a *Sesleria varia*. Il maggiore tenore idrico delle terre brune, il value più chiaro, la minor percentuale di scheletro fanno sì che essi riscaldino meno facilmente, ma la perdita di calore per riflessione è minore e ciò mantiene più costante la temperatura. Il rendzina, più caldo di giorno, si raffredda molto più rapidamente causa la quantità di scheletro che irradia il calore assorbito.

Il suolo dello stadio a *Rumex scutatus* e *Silene glareosa* ha il caratteristico profilo (A)-C, in quanto rappresenta il primissimo stadio di evoluzione pedogenetica; può

essere incluso, secondo la classificazione americana, nell'ordine degli Entisols, essendo caratterizzato dalla forte dominanza dello scheletro e dall'assenza di orizzonti pedogenetici. Ciò è dovuto alla formazione del suolo su pendii ripidi, ove il grado di erosione superficiale equivale o supera quello della sua formazione, e, quindi, il tempo per lo sviluppo degli orizzonti è insufficiente. Bisogna inoltre ricordare che a ciò si unisce la natura incoerente del substrato.

Il ghiaione risulta essere sempre più caldo del biotopo a *Sesleria varia* e questo è facilmente spiegabile ricordando che lo scheletro costituisce la quasi totalità del suolo, e permette un riscaldamento più veloce rispetto ad un suolo più evoluto. Infatti la percentuale di radiazioni riflesse dalla roccia si aggira tra i 10-20%.

Nei suoli ricoperti da vegetazione questa ha un alto potere assorbente per la luce (anche il 90%) ma un limitato potere assorbente per le radiazioni lunghe (le infrarosse) le quali sono le più caloriche (riflessione fino al 40%). Parte di questo calore si disperde per aumentare la temperatura delle acque di imbibizione presenti, anche se in minime quantità nei mollisuoli.

Il suolo del ghiaione raggiunge il massimo alle ore 12 per poi raffreddarsi rapidamente fino a scendere a valori inferiori a quelli registrati nel seslerieto alla sera. In effetti nel pomeriggio l'angolo di incidenza delle radiazioni solari diminuisce, la temperatura dell'aria diminuisce ed il ghiaione, incapace di mantenere a lungo il calore assorbito durante il giorno, si raffredda.

Le variazioni di temperatura alla superficie del suolo si propagano verso l'interno regolando lo stato termico del suolo fino ad una certa profondità. La trasmissione di calore nel suolo avviene prevalentemente per conduzione, a cui si aggiungono, nei terreni porosi permeati di acqua e di aria, fenomeni di convezione.

#### TEMPERATURA DEL TERRENO

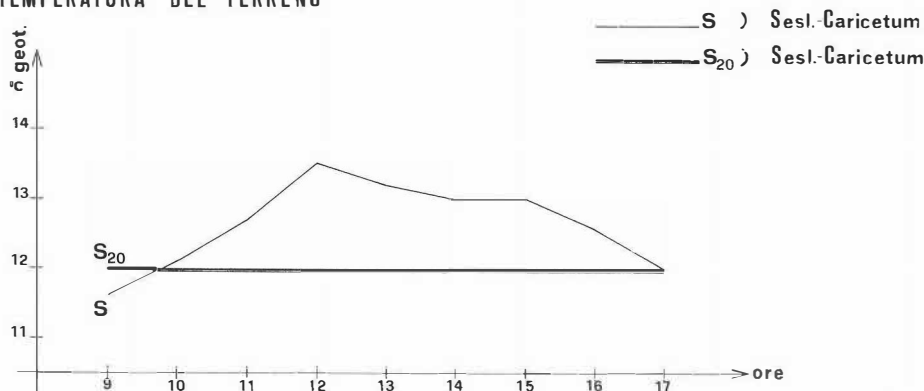


Fig. 2

Ora, se, con una semplificazione di tipo schematico, consideriamo la variazione di temperatura alla superficie con una semplice funzione periodica del tempo, l'esperienza dice che questa variazione si trasmette con la medesima legge anche in profondità, ma con differenza di fase e smorzamento di ampiezza.

È stato provato sperimentalmente che il coefficiente di smorzamento dell'ampiezza dell'onda termica diurna è inversamente proporzionale alla diffusività termica del terreno.

L'onda termica diurna si annulla completamente per valori compresi tra 0.20 e 0.60 metri per terreni da secchi a umidi, i cui coefficienti di diffusività K variano da 0.0027 a 0.0049 cm/sec rispettivamente.

Ciò trova conferma nella fig. 2 dove è stata misurata, oltre alla temperatura dello strato più superficiale della stazione a *Sesleria varia*, anche l'andamento termico ad una profondità di circa 20 cm: in effetti esso si mantiene costante, per tutta la giornata, sui 12°C.

### Umidità dell'aria

È ormai accertato che le principali relazioni tra l'acqua presente nel suolo e quella nelle piante e nell'atmosfera sono soggette alle medesime leggi fisiche e chimiche, è logico, quindi, parlare di un unico sistema dinamico denominato SPAC (soil-plant-atmosphere-continuum). L'acqua penetrata nel terreno percola in esso provocando fenomeni di solubilizzazione, idratazione e trasporto dei componenti della roccia madre in tal modo liberati; parte viene lisciviata dal profilo e parte viene assorbita dalle radici e portata alle foglie ove, sotto forma di vapore, ritorna nell'atmosfera. Il movimento dell'acqua in questo continuum è determinato dal potenziale di vapore, dalla configurazione, posizione e percentuale di pori del terreno. Le perdite dell'acqua del suolo dipendono sia dalla evaporazione superficiale, sia dalla traspirazione fogliare; tale processo prende il nome di evapotraspirazione ed è uno dei fattori che maggiormente influiscono sull'umidità dell'aria.

Tabella 4

	Percentuale media dell'umidità relativa dell'aria										n. giorni
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Seslerietum	89	83.5	78.33	80.58	79.92	80.78	80	84	88.1	88	7
Nardetum	79	79	74.3	77.63	79.5	75.3	73.6	80.5	87.5	88	3
Aden.- Heracleetum	67.5	60.3	58.16	57.91	63.85	68.42	71.28	79.28	83.08	86.33	7
Adenostyletum	—	88.5	85	82	91	100	100	100	100	100	1
Rumicetum	—	99	96	89	90	90	94	97.5	100	100	1

L'umidità è direttamente proporzionale alla temperatura; ad un aumento di temperatura, infatti, le molecole d'acqua acquistano energia cinetica, assumendo un moto più rapido e quindi una maggiore quantità di esse dispone dell'energia necessaria per sfuggire dal liquido e trasformarsi in vapore.

Per tali misure sono stati usati lo psicometro a due termometri e, a volte, lo psicometro di Assman che ci permettevano di rilevare l'umidità relativa, ossia di quanto l'aria sia più o meno lontana dal suo livello di saturazione. Il primo strumento si basa sulla differenza termometrica tra i valori segnati dal termometro il cui bulbo è sempre bagnato (termometro bagnato) e la temperatura dell'aria (termometro

asciutto). È chiaro che tale differenza è tanto maggiore quanto più l'aria è secca, e nulla quando l'aria è satura di vapori. Una volta noti la differenza psicrometrica e il valore del termometro bagnato, una tabella posta sullo psicrometro ci permette di conoscere l'umidità relativa in percentuale.

Il secondo strumento è uno psicrometro ad aspirazione: l'aria viene aspirata, durante tutta la misura, sempre con la stessa velocità, rendendo la ventilazione dei due termometri, in esso presenti, sempre costante. Facendo il rapporto tra il valore della tensione massima del vapor acqueo corrispondente alla temperatura del termometro bagnato e quella del termometro asciutto otterremo l'umidità relativa.

Gli strumenti, contenuti in gabbie meteoriche, sono stati posti a circa 5 cm dal suolo e collocati in modo tale che i termometri non venissero mai colpiti direttamente dalla radiazione solare; le misure sono state ripetute, durante il giorno, ogni ora, come riportato dalla relativa tabella.

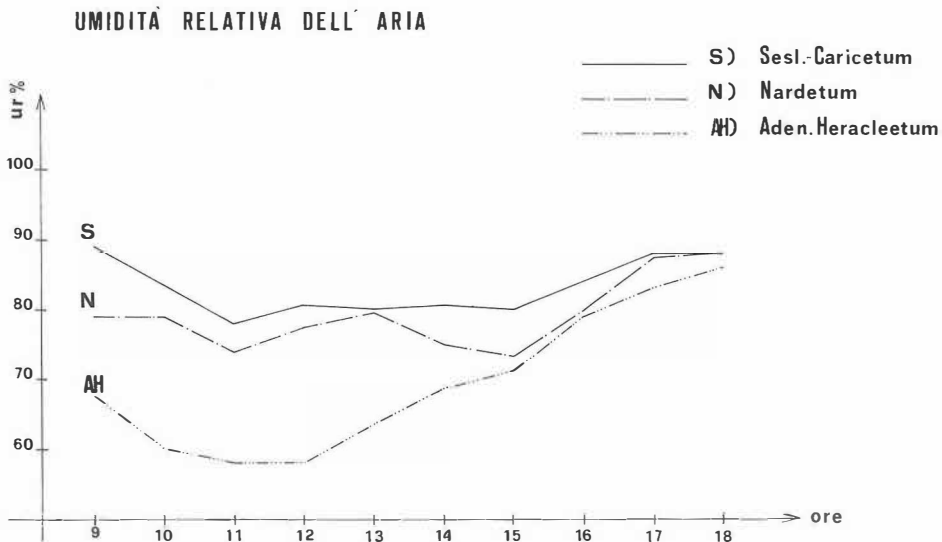


Fig. 3

Come si può notare dalla fig. 3, che rappresenta l'umidità del seslerieto, del nardeto e del ghiaione a *Rumex scutatus* e *Silene glareosa*, essa è maggiore nelle due associazioni prative nelle ore del mattino, in relazione alla condensazione del vapor acqueo contenuto negli strati più bassi dell'aria. Diminuisce se pur limitatamente nelle ore più calde per poi aumentare nuovamente verso sera. Questo comportamento può, ad una prima osservazione, apparire anomalo; bisogna tener presente che un aumento di temperatura provoca bensì un aumento di umidità assoluta, ossia della quantità di vapor acqueo presente in un dato volume d'aria, ma simultaneamente allontana il limite di saturazione: si registra quindi una diminuzione dell'umidità relativa.

Nelle prime ore di registrazione il seslerieto risulta essere più umido. Questa infatti è una delle associazioni dei pascoli alpini più ricche di specie con lamina fogliare espansa, quindi valori di umidità aggiranti tra gli 80-90 per cento sono causati da una maggiore traspirazione rispetto alle specie, in numero decisamente minore, rilevate nel nardeto. A ciò si aggiunge il particolare tipo di terreno che caratterizza il biotopo a *Nardus*, esso presenta una maggiore inerzia termica dovuta soprattutto ad un difficile drenaggio e ad una maggiore presenza di acque di imbibizione. La temperatura rilevata, come risulta nei grafici successivi, è sempre maggiore e, di conseguenza, l'umidità relativa, per il discorso prima riportato, è minore.

Considerando ora l'andamento dell'umidità nel centro ghiaione e nel seslerieto, com'è logico aspettarsi, si rileva che l'umidità del ghiaione si mantiene su valori bassi (tra 50-60%) aumentando verso sera, sino a raggiungere, alle diciotto, una percentuale di poco inferiore allo stesso seslerieto.

La bassa quantità di vapor acqueo registrata al di sopra del ghiaione deriva dalla scarsità d'acqua circolante negli strati superficiali, causata dalla struttura clastica incoerente tipica del ghiaione e dalla minor evapotraspirazione. Questo, in quanto la copertura vegetale è qui di gran lunga inferiore a quella rilevabile su un prato.

L'aumento a sera è pure spiegabile ricordando che la roccia presenta una bassa inerzia termica e quindi perde velocemente il calore assorbito durante il giorno.

Un abbassamento di temperatura coincide con un aumento percentuale dell'umidità relativa.

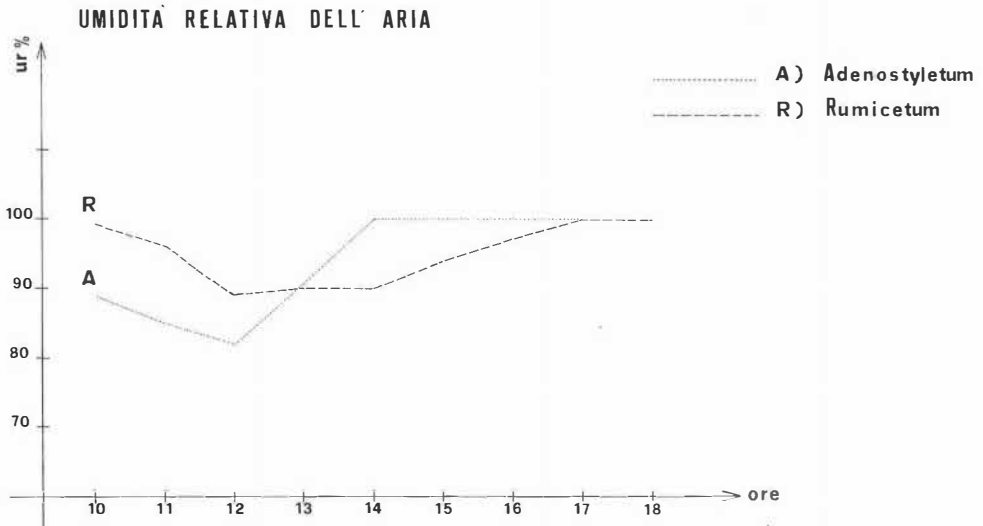


Fig. 4

La fig. 4 considera l'umidità relativa del biotopo a *Rumex alpinus* rispetto all'Adenostileto.

Il rumiceto presenta un'elevata percentuale di umidità durante tutta la giornata (90-100%). In effetti il terreno tipico di questa associazione è un suolo azonale, sviluppato su aree molto ristrette in prossimità di malghe. È caratterizzato dalla preponderanza di materiali fini, dall'alto contenuto di liquidi organici e dall'impedito drenaggio dovuto ad una drastica diminuzione di pori per il calpestio di mandrie di cavalli e di bovini.

Le misurazioni sono state eseguite nella piana posta a un centinaio di metri dalla stazione campione e ad una altitudine di 1940 m. In tale associazione la specie predominante, con copertura pari a 5 (circa il 100%), è il *Rumex alpinus* associato a qualche sporadico esemplare di *Senecio alpinus*. Tipica del *Rumex* è la presenza della lamina fogliare molto sviluppata (lunghezza circa 30-40 cm).

Da ciò segue che, grazie all'intensa radiazione solare incidente, l'evapotraspirazione è fortemente accentuata. La maggior quantità di acqua presente nell'aria, al di sopra della vegetazione, ne aumenta la densità, quindi il peso. È perciò ragionevole supporre che essa scenda sotto il livello delle foglie dove sono state fatte le misure.

Nella figura è stato preso anche in considerazione il biotopo, caratteristico e abbastanza ben rappresentato, di *Adenostyles glabra*. La stazione microclimatica è posta sotto "Costa dei Piadoch" ad una altitudine di 1970 m, in una tipica conca di dimensioni modeste.

Le formazioni ad *Adenostyles glabra* trovano il loro optimum nelle porzioni marginali dei ghiaioni di detrito calcareo. Nella zona da noi studiata, la presenza è limitata a stazioni puntiformi con geomorfologia del tutto particolare. Si rinvencono, in effetti, nell'ambito dell'unità geomorfologica costituita da detrito morenico ed appaiono come depressioni di profondità da 2 a 6 m e di diametro variante da 1 a 5 metri.

Il profilo del suolo è caratterizzato da un orizzonte A1 di minimo spessore e da un orizzonte C piuttosto potente costituito, nella quasi totalità, da materiale argilloso limoso proveniente in parte da fenomeni di creeping e in parte dal sedimento residuo del detrito morenico dopo la dissoluzione dei ciottoli calcarei. Il suolo in questione si sviluppa sul fondo delle doline più umide, o ai margini dei ghiaioni, dove si abbia affioramento superficiale della falda.

La curva registrata in questo biotopo ha un andamento caratteristico: l'umidità dell'aria è condizionata, anche in questo caso, dall'apprezzabile evapotraspirazione delle lamine fogliari di *Adenostyles glabra*.

La punta minima è stata registrata a mezzogiorno (82 per cento): ciò deriva dall'aumento di temperatura causato dal riscaldamento dell'aria da parte delle rocce che affiorano ai lati dell'avallamento.

Confrontando l'andamento dell'umidità relativa nelle due associazioni, possiamo constatare come la curva ottenuta nella prima associazione abbia variazioni più repentine. La spiegazione può essere ricercata sia nella geomorfologia propria dei due biotopi sia nel diverso tipo di suolo.

L'importanza della componente biotica nei due ecosistemi è irrilevante, in quanto sia *Rumex alpinus* sia *Adenostyles glabra* possiedono lamina fogliare quasi

ugualmente sviluppata.

L'irradiazione delle rocce circostanti le formazioni di *Adenostyles* provoca innalzamento della temperatura, mentre tale fattore è totalmente assente nelle piane colonializzate da *Rumex*; inoltre, la mancanza di scheletro e la preponderante percentuale di liquidi inclusi in questo profilo favoriscono l'aumento dell'inerzia termica del terreno e quindi minime variazioni di umidità.

### Temperatura dell'aria

Gli scambi di calore e vapore tra suolo e atmosfera avvengono attraverso lo strato aereo occupato dai vegetali.

Il moto dell'aria ha una funzione primaria in tali scambi, ma siccome la velocità del vento decresce dall'alto verso il suolo, sino ad estinguersi, i moti advettivi sono assai deboli nei bassi strati aerei ove prevalgono invece i moti verticali convettivi. Per conseguenza, mentre in alto gli scambi e i rimescolamenti tra le masse aeree avvengono liberamente e con intenso sviluppo, presso il suolo essi sono frenati e si rende così possibile la formazione di forti salti termici ed igrometrici rispetto all'aria sovrastante.

Tabella 5

	Temperatura media oraria dell'aria										n. giorni
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Seslerietum	15.7	15.8	16.78	16.9	17.41	15.6	14.92	13.38	12.08	10.6	7
Nardetum	16.5	18.55	19.43	17.73	16.8	16.2	14.96	12.86	12.15	10.75	3
Aden.- Heracleetum	17.62	17.75	18.46	18.8	16.5	15.3	14.18	13.02	12.03	11.3	7

La vegetazione ostacola i moti turbolenti dell'aria e tale azione meccanica esercita una cospicua influenza sul microclima. Mancando la possibilità di attivi moti orizzontali presso il suolo, possono verificarsi condizioni mutevoli da punto a punto sia che la superficie sia orizzontale, sia che presenti depressioni o rilievi.

In definitiva, come gli alti rilievi terrestri influenzano le condizioni atmosferiche generali, così le ineguaglianze del suolo e della vegetazione esercitano rilevante azione microclimatica locale.

Le nostre misure sono state rilevate dal termometro asciutto dello psicrometro, disposto a circa 5 cm del suolo. I dati sono stati riportati dalla relativa tabella.

Nella fig. 5 è espresso l'andamento della temperatura dell'aria in funzione del tempo per il seslerieto e il nardeto ed il centro del ghiaione.

Nelle ore del mattino la stazione a *Nardus* presenta temperatura dell'aria considerevolmente superiore a quella misurata nella stazione a *Sesleria varia*. Questa situazione si protrae all'incirca fino alle dodici, dopo di che le temperature misurate nelle due stazioni prative tendono con evidenza ad eguagliarsi.

In generale, lo stato delle temperature dell'aria è fortemente influenzato dalla quantità di calore irradiato dal suolo; questo è particolarmente evidente nel nostro caso, essendo stati posti gli strumenti ad una distanza minima dal suolo.

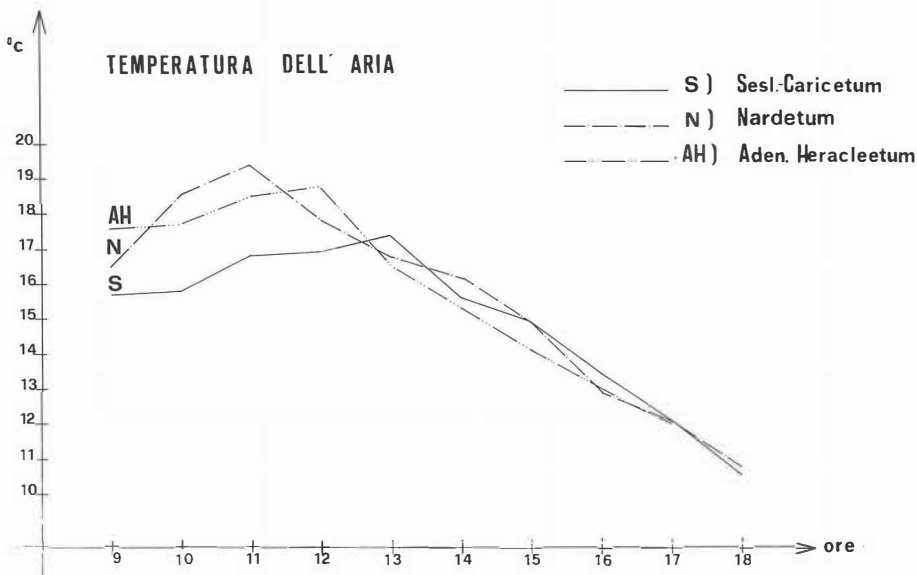


Fig. 5

L'irradiazione termica del terreno dipende da numerosi fattori, due dei quali possono essere presi particolarmente in considerazione. Durante le ore diurne l'assorbimento, a parità di altre condizioni, è inversamente proporzionale alla capacità termica del terreno di assorbire luce e trasformarla in calore. Di notte l'effetto della radiazione termica emanata da un determinato terreno dipende dalla temperatura assoluta del terreno stesso e dalla rapidità con cui il calore viene rilasciato. Di conseguenza, essendo il suolo a *Nardus*, tipico degli Inceptisuoli, esso presenta una maggiore inerzia termica rispetto ai Mollisuoli, causata, fra gli altri fattori, da un più difficile drenaggio e quindi da una maggiore presenza di acqua. Dato che esso è inoltre caratterizzato da un chroma più chiaro degli orizzonti superficiali, gli strati d'aria a contatto con tale tipo di suolo presentano una temperatura maggiore nelle prime ore del mattino. La temperatura rimane poi costante o diminuisce leggermente a causa della subentrata evaporazione dell'acqua presente nel terreno.

Consideriamo ora l'andamento medio della temperatura dell'aria sovrastante il seslerieto e l'associazione a *Rumex scutatus* del centro del ghiaione.

Il ghiaione si riscalda più velocemente e perciò presenta una temperatura maggiore nelle ore del mattino, fino a raggiungere la massima a mezzogiorno, dopo di che si verifica una caduta di temperatura abbastanza repentina e si mantiene quasi costantemente più freddo del seslerieto. Questo comportamento non si discosta dalla norma tranne che per un abbassamento di temperatura, rilevate sul ghiaione alle tredici: ciò è spiegabile ricordando che le misurazioni sono state talvolta interessate da fenomeni meteorologici locali come nebbia, vento o pioggia.

In ogni caso, appare chiaro che eventi meteorologici, anche se limitati nel tempo, condizionano maggiormente la temperatura del ghiaione, che varia in intervalli di tempo più brevi rispetto al seslerieto, causa il basso valore che assume l'inerzia termica della roccia.

Il maggior calore registrato sopra il ghiaione dipende dall'effetto di diversi fattori: infatti la preponderante percentuale di scheletro riflette una percentuale di radiazioni, di bassa frequenza, inferiore della riflessione prodotta dal suolo vegetale. Proprio per questo motivo, il ghiaione, più caldo, trasmette questo calore per contatto all'aria sovrastante.

La conduzione termica in questa stazione è senz'altro maggiore che nella stazione a *Sesleria varia*.

Va inoltre considerato che parte del calore delle rendzina, anche se meno di altri suoli a diversa copertura vegetale, viene assorbito dall'acqua presente; questo problema invece non si presenta per il ghiaione, grazie alla sua struttura fortemente incoerente e che quindi permette una percolazione rapida.

### Escursione termica

Mediante termometri di massima e di minima sono state inoltre misurate le diverse escursioni termiche nelle quattro associazioni. Questi strumenti sono stati disposti a circa 5 cm dal suolo, entro gabbie meteoriche, al fine di proteggerli dalla radiazione solare dalle precipitazioni atmosferiche.

Dai dati termometrici si è successivamente ricavato la escursione media per le quattro associazioni.

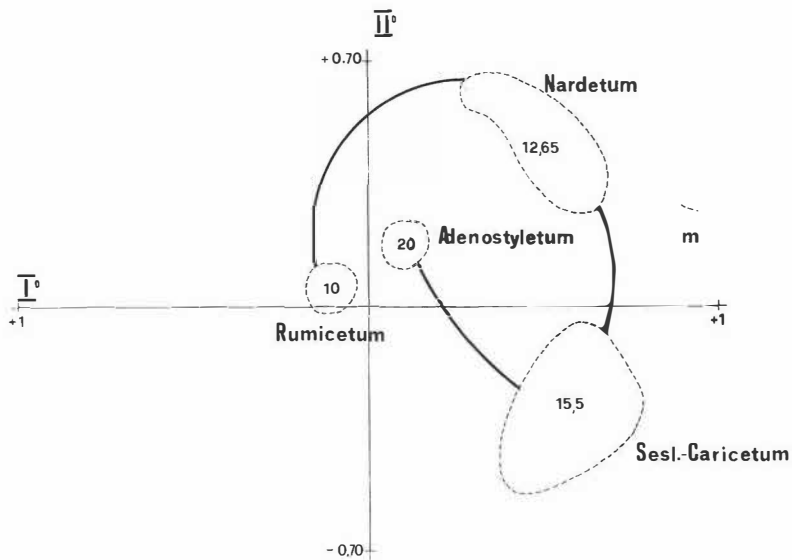


Fig. 6

Sulla base dell'analisi delle componenti principali applicata alla matrice dei dati, riportanti i rilievi fitosociologici, si è potuta impostare l'analisi indiretta dei gradienti relativi alla temperatura. Nel modello di ordinamento le associazioni si dispongono secondo una spirale che rappresenta un gradiente di escursione termica dal rumiceto all'adenostileto (fig. 6).

Questo andamento può essere, ancora una volta, spiegato dal tipo di suolo proprio delle diverse associazioni prese in esame.

La maggior differenza termica durante il giorno viene rilevata nell'adenostileto ed è circa 20°C. Ciò è dovuto al fatto che *Adenostyles glabra* si sviluppa, nella zona studiata, in avallamenti e quindi gli orizzonti superficiali contengono una notevole percentuale di scheletro.

Nel seslerieto l'escursione termica risulta minore di circa cinque gradi in relazione al fatto che, pur possedendo esso una notevole percentuale di scheletro, vi viene a mancare l'effetto termico delle rocce.

Il terreno a *Nardus*, causa dell'elevata quantità di acqua presente e la scarsità di scheletro, si riscalda in misura minore rispetto ai due suoli appena descritti e presenta anche una maggiore inerzia termica. Per questo, le variazioni di temperatura durante il giorno risultano essere inferiori (escursione diurna 12,65°C).

Ancora minore è l'escursione termica che caratterizza il rumiceto: in effetti questo suolo è quello che più di ogni altro contiene liquidi circolanti e la sua posizione, lontano da rocce nude, fa sì che la temperatura registrata in questa stazione sia, anche se di poco, inferiore a quella delle altre associazioni (escursione diurna 10°C).

### Conclusioni

Si può dunque concludere che nell'ambiente alpino delle Vette di Feltre il ghiaione si caratterizza come il biotopo in estate più caldo ed arido, il Rumicetum alpini e l'Adenostyletum come i biotopi più umidi, mentre Seslerieto e Nardeto presentano carattere mesico. Questo è importante, in quanto si tratta delle due associazioni che più cospicuamente concorrono alla copertura della superficie in questa zona.

Tra seslerieto e nardeto le differenze sono abbastanza fini: la temperatura dell'aria è al mattino più elevata nel nardeto, ma nel corso della giornata le differenze fra le due associazioni si riducono notevolmente; l'umidità dell'aria ha andamento poco differente nelle due associazioni; invece la temperatura del suolo appare costantemente maggiore (anche se di poco) nel seslerieto. Le caratteristiche chimico-fisiche del suolo e l'interazione suolo-pianta-atmosfera sembrano fornire una base sufficiente a spiegare queste differenze.

Lo studio microclimatico in definitiva fornisce una serie di informazioni utili per una migliore comprensione e caratterizzazione delle associazioni vegetali dell'ambiente alpino nelle Vette di Feltre.

**Riassunto.** Vengono presentate le variazioni microclimatiche in correlazione con le variabili fitosociologiche ed edafiche nelle associazioni che colonializzano un circo glaciale, la "Busa delle Vette", in provincia di Belluno (Italia settentrionale) a 2000 m di altitudine su litotipo dominante a calcare.

Il microclima nei biotopi studiati rivela un carattere mesico per le associazioni prative, Seslerieto e Nardeto. L'*Adenostyli-Heracleetum* che si insedia come associazione pioniera in posizione centrale sui ghiaioni, è caldo ed arido, mentre maggiormente umidi sono i biotopi a *Rumex alpinus* ed *Adenostyles glabra*.

Lo studio pedologico fornisce elementi sufficienti per avvalorare tali variazioni. Infatti il primissimo stadio di evoluzione pedogenetica a profilo (A)-C del biotopo a *Aden.-Heracleetum* si evolve in un suolo caratterizzato dalla presenza di un epipedon mollico tipico del Seslerieto. Una intensificazione dei processi pedogenetici porta alla formazione di un orizzonte illuviale riscontrato nei suoli a *Nardus*. Ulteriori stadi evolutivi, con caratteristiche peculiari, sono individuabili nelle associazioni a *Rumex alpinus* ed *Adenostyles glabra*.

## Bibliografia

- Bertolin E., De Bortoli e Claut S. 1977. *Le Alpi Feltrine* ed. Alpine, Cortina d'Ampezzo.
- Brady N.C. 1974. *The nature and properties of soils, Inc.* Macmillian Publishing, New York.
- Bridges E.M. 1970. *World soils. Lectures in geography at University college of Swansea, Cambridge.*
- Bridges E.M. e Davidson D.A. 1982. *Principles and applications of soils geography.* Langam, New York.
- Contessi F., Frossi E., Iacuzzi R. e Vaia F. 1982. *Caratteristiche e comportamento evolutivo del bacino del Travasans T.(Alpi Carniche).* C.N.R., P.F. "Conservazione del suolo" - sottoprogramma. "Dinamica dei versanti", pubbl. n. 109, Udine.
- Dalla Fior G. 1969. *La nostra Flora.* G.B. Monaudi, Trento.
- Dell'Agola G. 1978. *Chimica agraria. Il terreno e i fertilizzanti.* Cedam, Padova.
- Dimase A.C. e Desideri A. 1982. *Carta dei suoli dell'azienda agricola il Monte - Galliano (Firenze).* P.F. Conservazione del suolo, pubbl. n. 96, Firenze.
- Dimase A.C. e Galligani U. 1979. *I suoli del Comune di Montemurro (Potenza).* St. Gen. Class. Cart. del Suolo pubbl. n. 63, Firenze.
- Donahue R., Schickluna J.C. e Robertson L.S. 1971. *Soils an introduction to soils and plant growth.* Englewood Cliffs Inc. New Jersey.
- Ferrari G.A. e Sanesi G. 1965. *Guida per servire allo studio del suolo in campagna.* Ist. Geol. Appl. Firenze.
- Fliri 1975. *Das Klima der Alpen im Raume von Tirol.*
- Kubiena W.L. 1953. *Bestimmungsuch und Systematik der Boden Europas.* Stuttgart.
- Largaiolli T. 1970. *Il Carniano: carbonatico-bituminoso dell'alta Valsugana (Trentino).* St. Tr. Sc. Nat. sez. A vol. XLVI n. 2.
- Lasen C., Pignatti S. e E., Scopel A. 1977. *Guida botanica delle Dolomiti di Feltre e Belluno.* Manfrin, Trento.
- Lucci S. 1980. *Studio dei suoli della Vall'alba (Udine).* Acc. It. Sc. For. Firenze.
- Mancini F. 1955. *Delle terre brune d'Italia.* Acc. It. Sc. For., Firenze.
- Mancini F. 1966. *Breve commento alla carta dei suoli d'Italia.* Firenze.
- Morelli C. 1963. *Geofisica applicata e mineraria.* Osservatorio Geofisico Trieste.
- Paiero P. e Wolf U. 1972. *Carta della vegetazione forestale e dei suoli del settore occidentale delle Prealpi Giulie (Catena Chiampon e Cuel di Lanis).* C.N.R. e Regione Friuli-Venezia Giulia.
- Piazza F. 1982. *Sistemazione idraulica-forestale del torrente Colmeda.* Ist. Mecc. Agr. Univ. Padova. Tesi inedita.
- Principi P. 1953. *Geopedologia.* Ediz. degli Agricoltori. Roma.
- Ronchetti G. 1965. *Nota illustrativa alla carta dei suoli della provincia di Trento.* Ist. Sper. Studio e Difesa del Suolo. Firenze.

- Tavolini A. 1969. *Manuale di metereologia nautica ed elementi di oceanografia*. Del Bianco, Udine.
- Thommen E. 1970. *Atlas de poche de la flore Suisse*. Birkhauser, Basel.
- Scossiroli R.E. 1976. *Elementi di ecologia*. Zanichelli, Bologna.
- Soil Survey Staff 1951. *Soil Survey Manual*. Usda agric. Handbook n. 18.
- Soil Survey Staff 1960. *Soil Classification*. 7th approximation. Usda.
- Soil Survey Staff 1967. *Supplement to soil classification system 7th Approximation*, Usda.