

UN NUOVO TIPO DI SUOLO ARTICO NELLE ALPI

CARLO F. CAPELLO

Nel corso delle mie escursioni nella regione alpina e specialmente nelle Alpi Occidentali ebbi modo assai spesso di riscontrare que e là tracce più o meno estese e regolari di suoli strutturali di tipo artico, come ad esempio nella Valle Stretta, nel gruppo dell'Assietta, nell'alta Val d'Aosta (Rutor-Piccolo S. Bernardo) e nell'alta Ossola (gruppo dell'Hosand) riferibili essenzialmente al tipo, anche da noi già segnalato, di suoli poligonati ⁽¹⁾. Già da tempo però la mia attenzione si era fissata su di un particolare aspetto di questi suoli a struttura regolare, che in rapporto al tipo poligonato suddetto si presenta con maggior frequenza, almeno nell'arco alpino occidentale: il tipo a « cuscinetti erbosi ».

Percorrendo l'alta montagna a quote oscillanti attorno ai 2000 m., e assai più diffusamente a livelli superiori – quindi al di sopra del limite altimetrico dei boschi a conifere – è possibile infatti notare in condizioni di giacitura particolari aree più o meno estese caratterizzate dalla presenza di una quantità di cuscinetti erbosi a pianta circolare imperfetta o subelittica o poligonata irregolare, il cui diametro varia da 2 a 5 decimetri a 40-50 cm., con sezione verticale emicircolare o quadrangolare separati gli uni dagli altri da solchi anastomizzanti come un reticolo, profondi 15-30-50 cm. e larghi altrettanto. I solchi sono per lo più privi di vegetazione mentre i cuscinetti ne sono interamente coperti, e se le erbe che vi crescono sono nel loro pieno sviluppo essi assumono un aspetto tondeggiante.

Fra tali erbe – costituenti normali degli alti pascoli – non ho mai notata una prevalenza specifica di muschi, anche in quei particolari casi ove il suolo a cuscinetti si trova permanentemente umido, sicchè almeno dal punto di vista botanico la vegetazione si diversifica da quella tipica dei suoli paludosi con aspetto della ben nota tundra.

Poichè per le condizioni di giacitura che vedremo in seguito è da escludere che essi siano dovuti all'opera dell'uomo o delle greggi

(1) 1931 – CASTIGLIONI B. – *Di alcune strutture del suolo di tipo artico osservate sulle Alpi*. « Boll. Comit. Glaciologico Ital. », n° 11, pag. 37.

1938 – NANGERONI G. – *Fenomeni glaciali del gruppo di Sella (Dolomiti)*. « Boll. Comit. Glaciologico Ital. », n° 18, pag. 105.

1943 – GIACOMINI V. – *Un esempio di tundra artica a « suolo poligonale » nelle Alpi Occidentali*. Riv. « l'Universo », vol. XXIV, n° 7, pag. 393.

nel loro spostarsi da un sito all'altro, si deve ammettere che siano invece da ascrivere a fenomeni esogeni e più precisamente alle acque ed al clima alpino che, come è noto si avvicina, sebbene senza raggiungerne le condizioni estreme, a quello delle regioni artiche.

Scorrendo la bibliografia alpina non mi fu dato trovare alcuna ricerca specifica su tale tipo di struttura: un solo accenno vi fa il NANGERONI ⁽¹⁾ quando descrivendo alcuni casi di soliflusso dice (pag. 161): « Non saprei quale origine si possa attribuire ai gruppi di verdi monticoli conici, alti da 20 a 30 centimetri, separati da solchi incrociandosi e somiglianti quindi di lontano ai suoli poligonali delle Svalbard, che si osservano specialmente nelle ampie conche dei pascoli sopra il limite del bosco. È molto probabile però che siamo anche in questo caso di fronte a fenomeni dipendenti dalla nivazione ».

Mi è parso quindi utile studiarne minutamente le caratteristiche ed indagarne la probabile genesi. Coordinando le varie osservazioni fatte in siti diversi è possibile stabilire oltre alle caratteristiche morfologiche minute ora dette, anche le seguenti condizioni di giacitura:

1°) il suolo a « cuscineti erbosi » si presenta quasi esclusivamente nelle regioni dei pascoli o su pendii poco inclinati (al massimo 20°-24°, in media 10°-15°) od anche quasi orizzontali (5°). Le forme più perfette corrispondono ai suoli quasi piani;

2°) tale struttura non si presenta con continuità nè sui versanti nè nelle conche prative, anche se pedologicamente uniformi, ma sempre ad aree ben definite, isolate, sicchè i cuscineti, visti da una certa distanza, appaiono aggruppati ed i vari gruppi sono sempre molto distanziati fra di loro;

3°) ciascun gruppo di cuscineti non presenta un netto contorno nel suo margine superiore ma ivi i singoli individui sfumano insensibilmente sino ad annullarsi: il margine inferiore è invece nettamente individuato, con contorno planimetrico arcuato a guisa di lingua, ed i cuscineti della zona terminale sono sempre a profilo verticale molto curvo.

4°) in ciascun gruppo i singoli cuscini si presentano allineati non perfettamente in serie parallele tra di loro e curve verso valle, disposte trasversalmente al pendio. Nelle aree dove lo sviluppo raggiunto dai cuscini è maggiore, non si osserva un allineamento in altre direzioni: in quelle in via di perfezionamento si nota invece un secondo ma meno netto ordinamento, in serie decorrenti longitudinalmente al pendio con disposizione a raggiera;

5°) nel primo caso ciascun cuscino ha sezione verticale netta subcircolare ed uniformemente arcuata, nel secondo esso presenta arcuatura solo verso valle mentre a monte si collega con breve contropendio al solco che lo isola.

(1) NANGERONI G. — *Grotte e laghi subglaciali, colate e mari di pietre*. Rivista « Natura », vol. XX, pag. 161, 1929.

6°) si è riscontrato un rapporto stretto tra la perfezione di forma e la pendenza : quella è maggiore quando questa è minore. Non vi è rapporto invece tra grandezza del cuscino ed inclinazione media del suolo. Così pure non si è notata una corrispondenza tra grandezza assoluta dei singoli elementi, perfezione geometrica e natura del substrato roccioso, e nemmeno tra quella e lo spessore medio dello strato erboso-terroso, per quanto nei casi più appariscenti si sia sempre constatata una potenza del suolo mobile non inferiore a 50 cm. ;

7°) rispetto alla localizzazione si è osservato che ben di rado i cuscini si trovano su morene : preferibilmente giacciono nei siti dei versanti nei quali i nevati permangono in primavera, od a valle di nevati estivi, quindi nei luoghi di maggiore umidità, ed assai spesso si proseguono nei pianori sottostanti temporaneamente acquitrinosi ;

8°) tali gruppi furono riscontrati tanto in suolo omogeneo erboso, quanto in suolo inomogeneo con piccoli frammenti rocciosi, purchè coperti da vegetazione prativa. Non furono mai riscontrati sui versanti o conche con substrato roccioso gneissico o granitico, ma sempre in settori geognosticamente caratterizzati da rocce calcaree o solubili (calcarei, dolomie, calcari dolomitici, calcescisti, filadi calcaree, gessi).

Credo non privo d'interesse a questo riguardo elencare i principali siti nei quali si possono osservare :

Gruppo del Margueris : regione delle Moglie e regione delle Saline ;

Gruppo del Mondolè : dintorni della Balma ;

» dell'Assietta : tra il M. Fraiteve e il M. Assietta ;

Valle Stretta : regione del M. Tabor ;

Colle del Moncenisio : verso il valico del Piccolo Cenisio ;

Gruppo del Gr. Paradiso : valloni del Pousset (Cogne), regione del Nivolet ;

Gruppo del M. Emilius : regione dei laghi Lussert ;

» » M. Rutor-Piccolo S. Bernardo : un po' ovunque specialmente verso il colle e sui pendii verso le Miravidi, e ad est del Colle del Belvedere (Thuile) ;

Gruppo del M. Bianco : Colle Checrouit, Colle Seigne, dintorni Rif. Elena ;

Alta Ossola : dintorni laghi Vannino.

Dalla bibliografia sui suoli strutturali, e specialmente dagli scritti del MEINARDUS, si possono schematicamente raggruppare queste particolari forme del terreno nei tipi risultanti dal seguente

prospetto nel quale sono messe in evidenza le terminologie adottate dai diversi autori.

Tipo	S u o l o		Porsild	Meinardus	Hogbom	Gripp	Salomon
1°	Suolo poligonato omogeneo	Rutmark		Polygonböden	Zellenböden (tipo 2°)	—	—
2°	Suolo strutturale (reticolato) inomogeneo			Strukturböden (o Steinnetzen o Steinringen)	(tipo 1°)	—	—
	a) con dislivello tra periferia e centro				—	Brodelherde	Feinerdebeete
	b) senza dislivello				—	—	—
3°	Suolo a striscie			Steinstreifen o Steinbändern	(tipo 1°)	—	—
4°	Suolo a cuscini		Maschen-vegetationen	Beeteböden o Polsterböden		—	—

Il quarto tipo, quale fu descritto da PORSILD e da NIELAND, si identifica quindi col nostro tipo, e fu detto « Beete mit Moos » o « gewölbte Beete » o « Polsterböden » o « Maschenvegetationen » appunto per la costante presenza di muschio fra la vegetazione che lo caratterizza e per la forma reticolata. Come avverte lo stesso NIELAND è geometricamente identico alle zolle di terra a cuscini delle torbiere e degli stagni, dette « Bulten ». Tale analogia è soltanto di forma e non genetica perchè come è noto i « Bulten » si originano per una particolare associazione vegetale su ristretta area terrigena, che coll'infittirsi assume poi l'aspetto a cuscino.

Il primo autore che si occupò di proposito di questa particolare struttura fu il PORSILD che la osservò nella Groenlandia : egli cercò anzi spiegarla dando particolare importanza al fattore botanico. Egli stesso però pose alcune obiezioni alla propria teoria : non credo tuttavia privo d'interesse — data la poca accessibilità attuale del testo — riportare il pensiero integrale del PORSILD che ho tratto dalla versione tedesca di H. E. PONTOPPIDAN dall'originale scandinavo.

« (pag. 106-110) A nord della cascata del Rot-Elf presso Godhaven (Disko) si stende, trasversalmente al decorso vallivo, la grande morena studiata da H. PJETURSSON. La sua superficie è debolmente fatta a volta, il terreno è formata da argilla grassa e umida, che quà e là è mescolata con sabbia e pietre. Le piante che la ricoprono consistono principalmente in cuscini di muschio alto. Il suolo argilloso non è coperto interamente dalle piante ma i cespuglietti di muschio formano una rete nelle cui maglie spicca il nudo terreno argilloso.

» Queste condizioni, che qui si manifestano tipicamente, non le ho mai trovate nelle vecchie morene. Ogni qualvolta mi incontrai con questa caratteristica „vegetazione a rete” ho cercato di cercarne la causa della sua genesi. Quando tento però di dare una descrizione della sua formazione devo far notare che non ebbi mai la fortuna di vedere in un sol luogo tutti gli stadi di sviluppo, ma dovetti associare le osservazioni fatte in parecchie località. Riferirò queste osservazioni in particolare.

» 1º) Sopra una morena debolmente inclinata, che a giudicare dallo stato della sua vegetazione è già coperta da piante da lungo tempo, si vede che i tratti di argilla nuda come pure i cespuglietti formano delle serie (file) più o meno parallele, il cui senso longitudinale corre ad angolo retto rispetto alle pendenze del terreno. Sulle vecchie morene queste condizioni non si verificano più ed i tratti di terreno spoglio sono generalmente più piccoli. La stessa cosa si dica per il suolo morenoso che è in certo modo orizzontale.

» 2º) Se il suolo ha un declivio molto forte le condizioni sono diverse. Anche qui le parti erbose e le nude del terreno sono in serie parallele, però il senso longitudinale e quello della pendenza del suolo s'accordano. Tanto più erto è il pendio tanto più lunghe diventano le striscie di argilla e di muschio alternato.

» 3º) Dove vi sono deboli cavità di terreno si trovano in primavera e anche d'estate strati di neve di estensione e spessore variabile. La loro superficie è alquanto porosa e asciutta. Solo lungo i margini dove lo strato di neve è sottile e dove avviene la fusione è umido e qui vi è sempre uno strato di foglie appassite e di altri elementi vegetali morti, nei quali però ho visto semi e gemme apicali di *Polygonum viviparum*, ecc. Nei giorni di sole caldo l'orlo di neve si scioglie poco alla volta e lo strato di foglie si deposita: nei giorni di vento vien portato sulla neve nuovo materiale appassito che si arresta sull'orlo umido, e qui si forma un nuovo strato parallelo al precedente. Ciò continua e così a poco a poco si origina un sistema di striscie che corrono parallele tra loro e con l'orlo di neve. Su un terreno a debole declivio la neve si scioglie preferibilmente in modo che la direzione degli strati si trova ad angolo retto con la direzione del pendio.

» Anche su pendii più erti essi vengono depositati in serie parallele ma qui però le file vengono subito disturbate perchè l'acqua s'affonda nelle cavità e forma giù per il pendio piccoli rigagnoli. I gruppi di piante vengono quindi lambiti oppure possono giacere tra i rigagnoli e formano così file parallele giù per il pendio.

» Anche su terreno debolmente inclinato i depositi vengono disturbati ma qui gli scoli dell'acqua di neve sono più meandrici e formano rigagnoli non così accentuati, per cui si può vedere la posizione originale degli aggruppamenti: questi però non giacciono in modo continuo ma formano una serie di estese macchie isolate sul pendio.

» I semi contenuti negli strati di foglie, spore, ecc. potranno di nuovo germogliare appena la neve sia sciolta, premesso però che lo

scioglimento della neve non avvenga troppo tardi, così che sopraggiunga l'inverno. In tal caso rimangono fino al prossimo anno forse più favorevole (al loro sviluppo). Queste osservazioni possono spiegare il fatto della vegetazione disposta a maglie (rete), l'ordine in file e la dipendenza della direzione della pendenza del terreno, ma non spiegano però perchè il sistema di parti coperte di piante e di quelle che ne sono prive si mantenga invariato attraverso i secoli sulle morene. Ho sempre calcolato lo strato gelato sotto i tratti argillosi di 35-45 cm., e sotto i tratti ove vi è vegetazione 60-70 cm. di profondità dalla superficie con erbe. In questo modo il terreno morenoso diventa impermeabile all'acqua ad una piccola profondità e l'acqua di neve fusa deve scegliere in primavera altri luoghi di scolo e cioè le parti argillose nude di vegetazione. Si seguirà in seguito il cammino già percorso. Nella parte coperta di piante su questo suolo morenico a cumoli i muschi hanno la prevalenza e fra questi il « *Hylocomium proliferum* var. *arenatum* » occupa circa un'area grande come tutti gli altri insieme ».

Secondo PORSILD, quindi la genesi è dovuta inizialmente al deposito di detriti vegetali, poi alla fusione marginale dei nevati ed infine al ruscellamento delle acque nivali.

Parecchi anni più tardi il NIELAND riprese in esame la questione della genesi di tali forme, che riscontrò assai estese nella Groenlandia dell'ovest, ed espose alcune nuove idee in proposito. Egli ammise che i cuscinetti si originassero dai suoli già poligonati a materiali omogenei (tipo 1°) o da quelli strutturali a reticoli di pietre senza differenze di livello tra interno ed esterno della maglia (tipo 2°b) per evoluzione completa della selezione del pietrame che isolato ai bordi, in periodi di forte disgelo del sottosuolo s'affonda definitivamente, in ciò aiutato dal dilavamento, senza più possibilità di ripristinare il ciclo evolutivo. Si verrebbero così a negare le già supposte possibilità di spostamento in senso verticale dei materiali pesanti in diffusione in una massa plastica-vischiosa. Egli infatti ammettendo le idee del SAPPER così si esprime: « (pag. 348) Das Fehlen sichtbarer Steinfacetten (pietruzze) und die Grabenbildung lassen sich durch die Annahme erklären, dass nach endgültigem Zuruhekommen der vertikalen und horizontalen Bewegungen in Polygoninneren, in einzelnen anormal warmen Sommern der tiefer auftauende, von Wasser durchtränkte Boden die Last der Steinwälle nicht mehr zu tragen vermochte ».

In conclusione il tipo 4° non sarebbe che una trasformazione del tipo 1° il quale a sua volta, secondo SALOMON, deriverebbe dal tipo 2° le forme poligonate darebbero quindi luogo al tipo tondo-ovale dei cuscinetti. Tale spiegazione è nettamente diversa da quella di PORSILD. Se tali ipotesi genetiche possono ben adattarsi ai suoli artici non credo siano accettabili integralmente per la regione alpina. Esperienze personali mi permettono di esporre in proposito una nuova ipotesi per la cui formulazione mi è tornata di utilità la decennale permanenza nelle alte regioni alpine e la conseguente possibilità di lunghi periodi di osservazioni in sito, specialmente durante le periodiche fasi di disgelo.

Sono essenzialmente le condizioni di giacitura che mi hanno chiarito il processo formativo. I cuscinetti furono riscontrati in terreni omogenei e non omogenei (pietrosi), i primi sempre i più frequenti: in ogni caso non ho mai riscontrato in nessun caso a qualche profondità né nei solchi né sotto i cuscinetti selezioni di materiali terrigeni o rocciosi. In tutte le aree a cuscinetti predomina ben evidente il bordo rilevato perimetrale inferiore, e talvolta a livelli diversi successivamente crescenti i cuscinetti (di diametro variabile livello per livello) mostrano una più forte discontinuità nel profilo longitudinale di tutta la formazione. *L'insieme quindi normalmente presenta l'aspetto di una colata semplice o di più colate multiple sovrapposte fermatesi a varia altezza.*

Mai si sono riscontrate forme di transizione da suoli poligonati od a reticoli già differenziati, mentre invece è possibile seguire in luoghi diversi le varie fasi del processo genetico da una « colata » terrigena vischiosa. Di conseguenza io ritengo che tali suoli siano da riferirsi ad una forma semplice di solifluzione senza intervento iniziale di una fase di struttura a base cellulare già stabilmente completata per selezione dei materiali. In suoli particolarmente adatti (ed è sintomatico averli riscontrati tali cuscini in terreni derivati da alterazione di rocce calcaree-dolomitiche facilmente disaggregabili) anche se di non eccessiva pendenza, lo strato di terra e detriti arricchito di acque specialmente nivali inizia ad un dato istante, quando la viscosità opportuna è raggiunta, un lento moto di discesa (*creeping waste* del DAVIS) sino ad accelerarsi con uno spostamento a cingolo verso il basso (la vera *solifluction* di ANDERSON) allargandosi e fendendosi radialmente specialmente al bordo. Col primo periodo di gelo tutta la massa si ferma, si dilata e tanto maggiormente quanto più acqua contiene (ciò spiega il maggior rigonfiamento assunto verso valle dai cuscini): col freddo più intenso subisce, per contrazione, una clivaggiatura trasversale (oltrechè accrescere quella longitudinale già accennata per il precedente processo di espansione, dovuto al sorpassato limite di coesione dell'insieme), che può essere più o meno accentuata a seconda della quantità di argilla; queste stesse fessure permetteranno un maggior costiparsi delle nevi nell'inverno, e saranno la via di scolo delle acque nel disgelo primaverile.

È in questo periodo che per l'alternanza del gelo notturno e del disgelo diurno che i singoli cumoli assumeranno sempre più la forma a cuscino. Col giungere di altre colate sopra alla prima si formeranno altri ordini di file di cuscini che tenderanno sempre più a comprimere e sospingere quelli a quota inferiore che inturgidandosi progressivamente aumenteranno l'aspetto a colata dell'insieme. L'accentuarsi dei solchi e l'aumentare in altezza dei cuscini è poi questione di tempo. Le fotografie che qui unisco, prese nelle migliori condizioni possibili, illustrano le varie fasi di questo processo. Tali fasi sono particolarmente evidenti nel circo calcareo-dolomitico del Monte Seguret (Val Susa), negli immediati dintorni del Rifugio Elena (Val



Fig. 1 - Margine frontale di una "colata", di "cuscinetti erbosi", in via di formazione
(circo del M. Seguret - Val Susa)



Fig. 2 - Colate in serie
sovrapposte dovute a so-
liflusso con struttura a
"cuscinetti erbosi", (alto
vallone di La Thuile -
Val d'Aosta).



Fig. 3 - Sistemi di "cu-
scinetti erbosi", su pen-
dio debole tagliato da rivi
(regione del Piccolo S.
Bernardo).



Fig. 4 - Colate sovrapposte e quasi livellate, modellate a "cuscinetti erbosi", (Colle Checromit - Val Veni).



Fig. 5 - "Cuscinetti erbosi", su pendio ed in piano acquirinoso per disgelo (Piccolo S. Bernardo).



Fig. 6 - "Cuscinetti erbosi", isolati e perfettamente emisferici con solchi distanziati (Piccolo S. Bernardo).

Ferret) (dove una serie di colate sovrapposte viene a contatto con la grande morena stadiale del ghiacciaio di Pré de Bar), ed a sud del Colle Checrouit (Val Feni) alla quota più alta dell'affioramento gessoso.

Questo schema genetico soddisfa e spiega — per la generalità dei casi osservati — assai meglio che non la teoria di PORSILD (non accettabile per la mancanza di muschi quale elemento formativo essenziale dei suoli osservati sulle nostre Alpi) e quella del NIELAND la quale ultima ammettendo la derivazione da forme già strutturalmente differenziate dà valore al disgelo in profondità ed all'affondamento dei margini del reticolo, ma non spiega la disposizione a gruppi, l'aspetto a colata, le varie gradinate ed il profilo longitudinale asimmetrico (rigonfio a valle e quasi liscio a monte) di ogni singolo cuscino.

La modellazione finale spetta poi evidentemente alla vegetazione che possibilitata a svolgere il proprio ciclo estivo in prevalenza sulla parte superiore dei cuscini non si estenderà ai solchi se non più tardi, rimanendo questi più a lungo sepolti da lembi di neve ghiacciata e perduranti sino a primavera inoltrata.

BIBLIOGRAFIA

- 1902 — PORSILD M. P. — *Bitrag til en skildring of Vegetationen paa Oen Disko*. Meddel. om Groenland, vol. XXV, pag. 106.
- 1912 — MEINARDUS W. — *Beobachtungen ueber Detritusorientierung und Strukturboden auf Spitzbergen*. Zeitschrift d. Ges. für Erdkunde. (Berlin), n° 4.
- 1912 — SAPPER K. — *Ueber Fliesserde und Strukturboden auf Spitzbergen*. ibidem.
- 1914 — HÖGBOM B. — *Ueber die geologische Bedeutung des Frostes*. Bull. of the Geol. Inst. of Upsala, vol. XII.
- 1921 — WAHNSCHAFTE-SCHUCHT. — *Geologie und Oberflächengestaltung des Norddeutschen Flachlandes*. Engelhorn's Nachf. (Stuttgart).
- 1926 — KLUTE F. — *Die Oberflächenformen der Arktis*. Dussendorfer geogr. Vorträge u. Erörterungen, parte 3ª.
- 1927 — GRIPP K. — *Beiträge zur Geologie von Spitzbergen*. Abhandlungen d. Naturw. Vereins Hamburg, vol. XXI, n° 3.
- 1929 — SALOMON W. — *Arktische Bodenformen in der Alpen*. Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wissenschaften.
- 1929 — WARMING E. — in « *Greenland* » della Commission for the investigation in Greenland (Copenhagen), vol. 1º.
- 1930 — NIELAND H. — *Ueber Erscheinungen des Bodenfrostes und Auftaubodens in Westgrönland*. Z. f. Gletscherkunde, vol. XVIII, pag. 346.
- 1931 — GIGNOUX M. — *Les sols polygonaux dans les Alpes et la genèse des sols polaires*. Annales de Géographie, pag. 610.