

SEBASTIANO VITTORINI

OSSERVAZIONI SULL'ORIGINE E SUL RUOLO DI DUE FORME DI EROSIONE NELLE ARGILLE: CALANCHI E BIANCANE (*)

1. — Benché i calanchi e le biancane siano forme di erosione presenti contemporaneamente nelle argille plioceniche e pleistoceniche e benché la loro origine sia dovuta essenzialmente ad asportazione di materiale, il loro aspetto è sostanzialmente diverso. Bisogna ricordare che, mentre le biancane sono forme caratteristiche dei terreni argillosi pliocenici e pleistocenici, almeno in Italia, i calanchi si possono formare anche in altri terreni; assai noti sono, ad es., quelli che si rinvencono nelle « argille scagliose », e non meno note sono le forme, assai simili, sviluppantesi nei terreni incoerenti di origine vulcanica.

I calanchi (1), prodotti, com'è noto, da intensa e rapida erosione, appaiono come incisioni più o meno profonde, formanti una serie di vallecole, il più delle volte organizzate in un tracciato dendritico o subparallelo, con sistemi di canali che possono raggiungere il terzo ordine. Anche in calanchi isolati, ed è caso raro, è possibile individuare un sistema idrografico a barbe di penna, formato da un canale centrale nel quale confluiscono i canali laterali del primo ordine.

(*) Ricerca eseguita e pubblicata con il contributo finanziario del C.N.R.

(1) Il termine di *calanco* è di origine dialettale emiliana, ma è divenuto di uso scientifico ad opera del Bombicci, dell'Almagià, dello Stefanini e di B. Castiglioni.

Le biancane (2) sono invece forme rilevate, mammellonari, a cupola o coniche, che si presentano normalmente associate e spesso disposte a gradinata. Tale loro andamento è stato correlato alla presenza di strati più arenacei, alternantisi a quelli argillosi, sì che sul pendio, per la diversa resistenza dei materiali, veniva a configurarsi una successione di terrazzi (G. B. De Gasperi, 1914). A noi sembra, tuttavia, che la presenza del materiale sabbioso sia dovuta all'azione selettiva delle acque correnti che, portando via in sospensione le particelle più fini, avrebbero depositato ai piedi delle biancane quelle più grossolane. Il fatto che tale materiale si trovi in giacitura suborizzontale dipende dalla scarsa continuità del sistema idrografico, caratteristico dei terreni a biancane, che risulta notevolmente segmentato, e perciò dalla debole velocità delle acque correnti che non sono in grado di trasportare lontano la sabbia presente nelle argille. Alle volte, invero, si rinvencono straterelli sabbiosi, o addirittura ciottolosi, disposti a casaccio e perciò rimane ancora da chiarire se essi abbiano o meno una funzione nella formazione e nella disposizione delle biancane. In alcuni casi il terreno intorno alle biancane è disseminato di ciottoli; non rinvenendosi alcun elemento atto a giustificare la loro presenza, bisogna formulare l'ipotesi che essi rappresentino ciò che rimane della demolizione di un deposito ciottoloso sovrastante lo strato argilloso che ha dato origine alle biancane.

Da un esame della letteratura sull'argomento si sarebbe indotti a pensare che le diversità morfologiche esistenti tra calanchi e biancane dipendano essenzialmente da differenze, varia-

(2) Il termine di *biancana* è adoperato nel Volterrano per indicare genericamente quei tratti di argille plioceniche quasi privi di vegetazione che di estate si distinguono per il colore bianco abbagliante. Lo Stefanini (1914) restrinse questo termine alle forme a cupola, anche perché queste, prive completamente di vegetazione nel versante meridionale e per le inflorescenze saline che vi affiorano, si distinguono dal paesaggio circostante, normalmente ricoperto in primavera da una rigogliosa vegetazione erbacea. Questo termine non viene tuttavia usato universalmente per individuare le forme mammellonari delle argille e a tale scopo viene spesso adoperato quello di *dorsi di elefante* (M. PANIZZA, 1966, 1968, 1972). Tuttavia, se quest'ultimo termine può attagliarsi ad alcuni tipi di biancane, non ci sembra adatto ad indicarne altri che, come si vedrà meglio nel testo e nelle fotografie, hanno forme che si discostano sensibilmente da quella allungata del dorso di un elefante.

bili in maniera complessa, di senilità del rilievo, di acclività, di inclinazione e di alternanza degli strati. Una dipendenza delle due forme dalla natura del terreno è stata pure invocata da alcuni Autori. Si può leggere infatti in Del Zanna (1915): « Tale differenza, per quanto ho potuto osservare, dipende in primo luogo dalla minore compattezza e resistenza delle formazioni (a biancane, *n.d.a.*) in Val d'Arbia »; e in De Gasperi (1914): « Nel loro assieme le cupole presentano sempre forme convesse, a differenza dei calanchi emiliani, e ciò probabilmente causa la natura un po' sabbiosa delle argille ». Si tratta, in realtà, di intuizioni abbastanza generiche e anche in contrasto, come nell'ultima affermazione, con i risultati delle analisi eseguite, come si vedrà meglio più oltre. D'altra parte non si fa cenno a diversità morfologiche tra gli stessi calanchi e le stesse biancane, mentre un confronto anche superficiale in aree diverse rivela parametri morfometrici sensibilmente differenti anche tra forme simili. Le fotografie delle figg. 1 e 2 mostrano in primo luogo la sostanziale diversità tra calanchi e biancane, ma mettono anche in evidenza il diverso aspetto che sia gli uni che le altre assumono nelle regioni considerate. Sarebbe pertanto ragionevole aspettarsi che queste forme abbiano caratteri che riflettano, almeno in qualche misura, le caratteristiche mineralogiche e tessiturali delle rocce argillose dalle quali si sono originate.

Partendo da questi presupposti sono state eseguite analisi diffrattometriche e granulometriche onde correlare le caratteristiche morfologiche con quelle mineralogiche e tessiturali di campioni prelevati in località situate in regioni diverse (3).

Le aree prese in considerazione sono: il bacino del F. Era e quello del F. Orcia, in Toscana, per il versante tirrenico; il bacino del T. Piomba, negli Abruzzi, per il versante adriatico e il bacino del F. Basento, in Basilicata, per il versante ionico.

(3) E precisamente nelle località dove il Gruppo di Lavoro di Geografia fisica del C.N.R. operante nell'Italia peninsulare ha organizzato alcuni campi sperimentali e impiantato osservatori meteorologici e torbiometrici in cui ha raccolto sistematicamente dati per vari anni.



FIG. 1/I. — CALANCHI: a) NELLA VAL D'ERA; b) NELLA VAL D'ORCIA.
(*fol. S. Vittorini*)

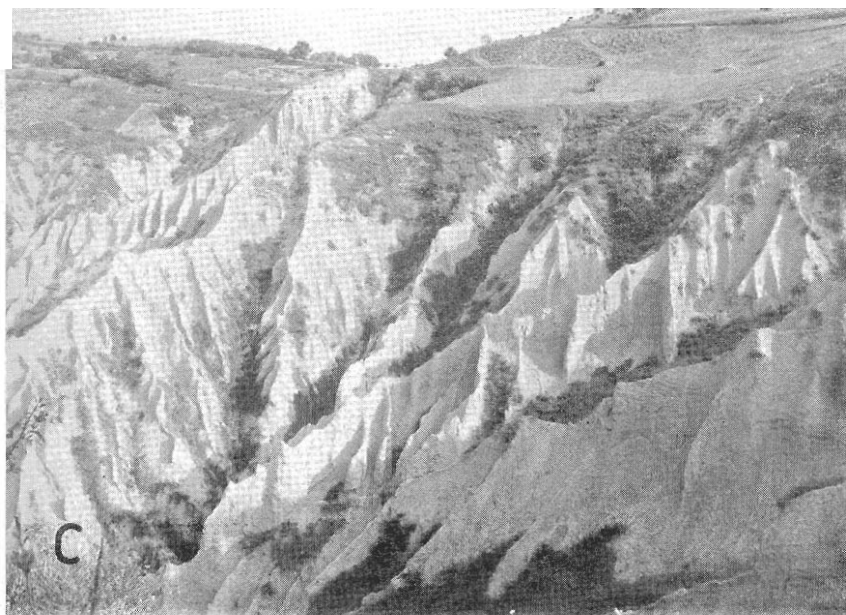


FIG. 1/II. — CALANCHI: c) NEGLI ABRUZZI; d) IN BASILICATA.

(*fol. S. Vittorini*)



FIG. 2/I. — BIANCANE: a) NELLA VAL D'ERA; b) NELLA VAL D'ORCIA.
(Si noti la diversità delle forme).

(fot. S. Vittorini)



FIG. 2/II. — BIANCANE IN BASILICATA.

In questa regione si possono notare anche forme mammellonari non più alte di 2 m, disposte a gradinata lungo un pendio (d).

(*fat. S. Vittorini*)

2. *Caratteri mineralogici delle argille.* — Com'è noto, le proprietà delle argille dipendono dal loro contenuto totale di acqua e dall'energia con cui essa è trattenuta. Le variazioni di umidità sono infatti responsabili delle variazioni volumetriche delle argille; ad un aumento dell'umidità corrisponde generalmente un incremento di volume e, ad una diminuzione di umidità, una contrazione. L'ampiezza di tali variazioni volumetriche dipende da variabili tra loro interdipendenti, che vanno dalla natura geologica alla struttura del terreno argilloso, alla sua composizione mineralogica, nonché alla natura degli ioni di scambio, essendo il grado di idratabilità dei cationi presenti nel reticolo cristallino molto variabile. Ad es., la montmorillonite saturata con ioni sodio ha il più grande potenziale di espansione tra i minerali argillosi, mentre il caolino, che ha, tra l'altro, una bassa capacità di scambio cationico, possiede una limitata igroscopicità ed espandibilità.

A questo proposito ci sembra utile ricordare che i più importanti minerali argillosi possono essere collocati in tre principali gruppi: *gruppo del caolino*, *gruppo dell'illite* e *gruppo della montmorillonite*, che hanno caratteri alquanto diversi (4), sintetizzati nella tabella in nota (5) i cui dati mostrano la variazione di densità di alcuni dei minerali citati. Si notino l'ampia capacità di adsorbimento della montmorillonite, circa il 46% di acqua sul materiale secco, e il suo grande intervallo di densità, se messi in confronto con quelli degli altri due minerali.

Si rileva pertanto che le proprietà fisiche delle rocce argillose, quando interagiscono con l'acqua, possono variare sensibilmente, a parità di altre condizioni, a seconda della composizione mineralogica, anche se determinati minerali argillosi sono

(4) Nel gruppo del caolino i componenti principali sono la caolinite, l'hallowisite e la metahallowisite; la struttura cristallina compatta e rigida conferisce a tali composti la più bassa capacità di scambio cationico e una limitata igroscopicità; nel gruppo dell'illite i componenti principali sono l'illite, le cloriti e le vermiculiti; la capacità di scambio cationico è mediocre, così pure l'igroscopicità; nel gruppo della montmorillonite, cui appartengono la montmorillonite, la beidellite e la nontronite, la struttura cristallina è meno compatta e rigida, sì che la distanza tra i vari pacchetti di atomi può variare sensibilmente con il variare del cuscinetto di acqua che si interpone tra di essi; la capacità di scambio di questi minerali è elevata: ne risulta un composto caratterizzato da un'alta igroscopicità e rigonfiabilità.

presenti in piccole quantità. Così, ad es., due argille di composizione simile hanno caratteri diversi solo che in una di esse sia presente il 5% di montmorillonite (R. F. Grim, 1953). Ciò confermerebbe l'ipotesi fatta che anche le caratteristiche morfologiche delle argille plioceniche e pleistoceniche possano variare a seconda dei tipi di argille, in rapporto con la diversa composizione mineralogica di questi terreni.

Questa ultima eventualità sarebbe stata confermata da analisi diffrattometriche eseguite su campioni prelevati nelle quattro regioni in esame, poiché è stata rilevata una sensibile diversità nella composizione mineralogica dei terreni argillosi, almeno dal punto di vista qualitativo. Tali analisi però rappresentano un primo stadio delle ricerche compiute poiché, per poter individuare un eventuale rapporto di causa e di effetto tra tipo di argilla e forme di erosione, è necessaria anche una valutazione quantitativa.

Le analisi ai raggi X hanno dato i seguenti risultati (6) :

(5) VARIAZIONE DI DENSITA' DEI MINERALI ARGILLOSI PER EFFETTO DELL'ADSORBIMENTO DI ACQUA (da DE WIT e ARENS, 1950).

Minerali argillosi	Umidità relativa	Contenuto in acqua, %	Densità
Montmorillonite	0,00	. . .	2,608
	0,25	11,6	2,199
	0,50	16,6	2,134
	0,75	28,4	2,001
	1,00	46,0	1,772
Illite	0,00	. . .	2,660
	0,25	3,0	2,579
	0,50	4,8	2,504
	0,75	6,9	2,422
	1,00	18,8	2,128
Caolinite	0,00	. . .	2,682
	0,25	0,4	2,663
	0,50	0,8	2,651
	0,75	0,9	2,642
	1,00	6,5	2,427

(6) Lo studio mineralogico ai raggi X è stato compiuto effettuando una serie di spettri di polvere al diffrattometro « Philips Norelco ». Su ogni campione è stato eseguito uno spettro del materiale non orientato, che ha permesso di identificare tutti i principali minerali della frazione sabbiosa e buona parte di quelli della frazione argillosa. Per una completa identificazione dei minerali costituenti quest'ultima frazione sono stati eseguiti, su almeno un campione per ogni serie, spettri su aggregati orientati, sedimentati in acqua ed essiccati all'aria e spettri su

a) Val d'Era.

Frazione argillosa: l'esame dei diaffrattogrammi ha consentito di accertare che la componente fillosilicatica è caratterizzata da un'associazione ad illite e clorite, con minori quantità di caolinite, vermiculite e di un minerale misto riferibile ad illite-vermiculite, in genere però a minerali poco espandibili. Solo in alcuni campioni compare abbondante la montmorillonite.

Frazione sabbiosa: la frazione sabbiosa è caratterizzata dalla presenza costante di quarzo e calcite dominanti e dai feldspati. La quantità e la qualità di questi ultimi è però molto variabile da un gruppo di campioni all'altro. I minerali che mostrano le più vistose oscillazioni quantitative sono la dolomite ed il gesso; essi, totalmente assenti in alcuni campioni, possono giungere a costituire una percentuale considerevole in altri. E' da notare che le quantità di questi due minerali sono tra loro complementari sì che, al limite, laddove l'uno è molto abbondante, l'altro è assente.

b) Val d'Orcia.

Frazione argillosa: si sono individuati caolinite (abbondante), illite, clorite e un minerale espandibile, anch'esso abbondante, identificato nell'illite-montmorillonite, simile a quello presente nei campioni della Basilicata.

Frazione sabbiosa: la frazione detritica è costituita da calcite, quarzo e feldspati.

c) Valle del Piomba.

Frazione argillosa: tra i campioni provenienti da questo bacino bisogna distinguere quelli prelevati dalle argille plioceniche da quelli relativi alle argille calabrianne. Nei primi, infatti, prevalgono l'illite, la clorite e la caolinite, mentre nei secondi, oltre a questi minerali, è presente anche la montmorillonite.

aggregati orientati, sedimentati in acqua con glicerina ed essiccati all'aria. Nel caso di alcuni campioni sono stati eseguiti anche spettri su concentrati della frazione argillosa ottenuti attraverso operazioni di sedimentazione e successiva centrifugazione.

Frazione sabbiosa: questa frazione è costituita da calcite, quarzo, dolomite e feldspati, sia nei terreni pliocenici che in quelli calabrianici.

d) Valle del Basento.

Frazione argillosa: l'associazione mineralogica della componente fillosilicatica dei campioni provenienti da questa regione è nettamente differente da quella dei campioni delle altre regioni; essa è caratterizzata dalla presenza di illite, clorite e montmorillonite, quest'ultima talora più abbondante dell'illite. Tipica è la presenza di un minerale misto di tipo illite-montmorillonite. La caolinite è presente in piccolissime quantità.

Frazione sabbiosa: anche nel caso dei campioni lucani la frazione sabbiosa è costituita prevalentemente da quarzo e calcite e, subordinatamente, da feldspati. La dolomite è presente in quantità piuttosto variabili da campione a campione e può essere anche assente. Sempre assente è invece il gesso.

TAB. 1

QUADRO RIASSUNTIVO DEI MINERALI ARGILLOSI PRESENTI
NEI CAMPIONI DELLE QUATTRO REGIONI IN ESAME

Minerali argillosi	Era	Orcia	Piomba	Basento
Caolinite	(t)	xx	x	x
Illite	xxx	x	xxx	xx
Clorite	xx	t	x	x
Vermiculite	(t)	—	—	—
Illite-vermiculite	(t)	—	—	—
Illite-montmorillonite	—	xxx	—	x
Montmorillonite	(xxx)	—	(x)	xxx

xxx, abbondante; xx, presente; x, scarso; t, tracce; le parentesi indicano una presenza discontinua.

Come si noterà, l'illite e la clorite sono sempre presenti nei campioni esaminati; infatti i minerali della famiglia dell'illite sono i componenti più comuni dei sedimenti marini argillosi del Terziario pliocenico e del Quaternario. La caolinite, anche se presente, è quasi sempre scarsa o in tracce; gli altri minerali argillosi sono invece presenti in maniera discontinua.

Il più importante di essi, la montmorillonite, rappresenta la caratteristica principale della Basilicata, mentre manca in Val d'Orcia e appare solo in alcuni campioni della Val d'Era e degli Abruzzi. Si conferma, perciò, che l'associazione mineralogica dei terreni argillosi delle quattro regioni considerate è notevolmente dissimile.

Sarebbe utile al riguardo un'indagine comparativa tra le caratteristiche meccaniche delle argille esaminate e le rispettive caratteristiche mineralogiche. E' stato osservato, ad es., per la Val d'Era, che il limite liquido, il limite plastico e quello di ritiro crescono in proporzione al contenuto di minerali argillosi espandibili (M. Sfalanga, G. P. Malesani e S. Vannucci, 1974).

Peraltro, questa indagine diffrattometrica semiquantitativa da noi condotta, se da una parte può rappresentare una base di partenza per interpretare le diversità che si riscontrano tra forme simili di erosione in regioni diverse, fornisce solo alcuni elementi per spiegare il motivo per cui, su di una stessa roccia argillosa e sotto le stesse condizioni ambientali, si formino calanchi e biancane così dissimili tra loro.

Il caso più rappresentativo di questa situazione è quello della valle del Basento dove, sebbene le due forme di erosione sussistano contemporaneamente, la componente fillosilicatica di tutti i campioni esaminati è la più omogenea, dal punto di vista qualitativo, tra le regioni in studio. Una valutazione quantitativa

TAB. 2

MINERALI FILLOSILICATICI E DELLA FRAZIONE DETRITICA
PRESENTI IN CAMPIONI PRELEVATI IN ZONE CALANCHIVE
E A BIANCANE DELLA VAL D'ERA

	Frazione argillosa					Frazione detritica
	Caol.	Ill.	Clor.	Ill.-Vermic.	Montm.	
Calanchi	+	++++	+++	t	—	Calcite, quarzo, feldspati, gesso
Biancane	+	++	++	+	++++	Calcite, quarzo, feldspati

(++++, molto abb.; ++, abbondante; ++, presente; +, scarso; t, tracce).

dei minerali argillosi presenti avrebbe, viceversa, potuto confermare o negare in maniera più decisa l'esistenza di uno stretto rapporto tra caratteri mineralogici e morfologia a calanchi e biancane.

D'altra parte, in Val d'Era si riscontra la presenza di montmorillonite solo in alcuni campioni, e, precisamente, in quelli prelevati dalle biancane, mentre in quelli prelevati dai calanchi tale minerale è assente ed il gesso prevale sugli altri minerali della frazione detritica. Ciò risulta chiaramente dalla tabella 2.

E' da notare, però, che i calanchi in questione sono localizzati al limite settentrionale della valle, dove le argille sono a contatto con le sabbie astiane, mentre le biancane si trovano a sud, allo spartiacque che divide la valle da quella del Cecina, presso il contatto con il Miocene. Probabilmente sulla differente composizione mineralogica può giocare il fatto che i campioni sono stati prelevati da livelli appartenenti a due periodi relativamente molto distanti cronologicamente.

3. *Granulometria*. — Sugli stessi campioni analizzati mineralogicamente e su di un certo numero di altri è stato eseguito uno studio granulometrico (7).

Come si può vedere dai diagrammi triangolari di Shepard (1954) (figg. 3 e 4) e dalla tabella 3, i campioni esaminati possono dividersi in due gruppi ben distinti: l'uno, cui appartengono quelli prelevati dalle argille a calanchi, rientra nel campo dei terreni sabbioso-limoso-argillosi, l'altro, distinto dal precedente, e che si riferisce ai campioni prelevati dalle biancane, si inserisce invece nei terreni argillo-limosi o limoso-argillosi. Tale differenza è netta nelle argille della Val d'Era e in quelle della Val d'Orcia. Per i campioni abruzzesi non si è potuto apprezzare tale diversità, poiché i terreni esaminati risultano appartenere soltanto al gruppo sabbioso-limoso-argilloso caratteristico delle argille calancate delle altre regioni. Ciò però, per

(7) All'uopo sono stati trattati 100 g di argilla prelevata da ciascun campione, quantitativo sufficiente a render trascurabile gli errori sperimentali. Mediante setacciamento si è separata la porzione inferiore a 74 micron, che è stata studiata mediante il metodo della pipetta di Andreasen.

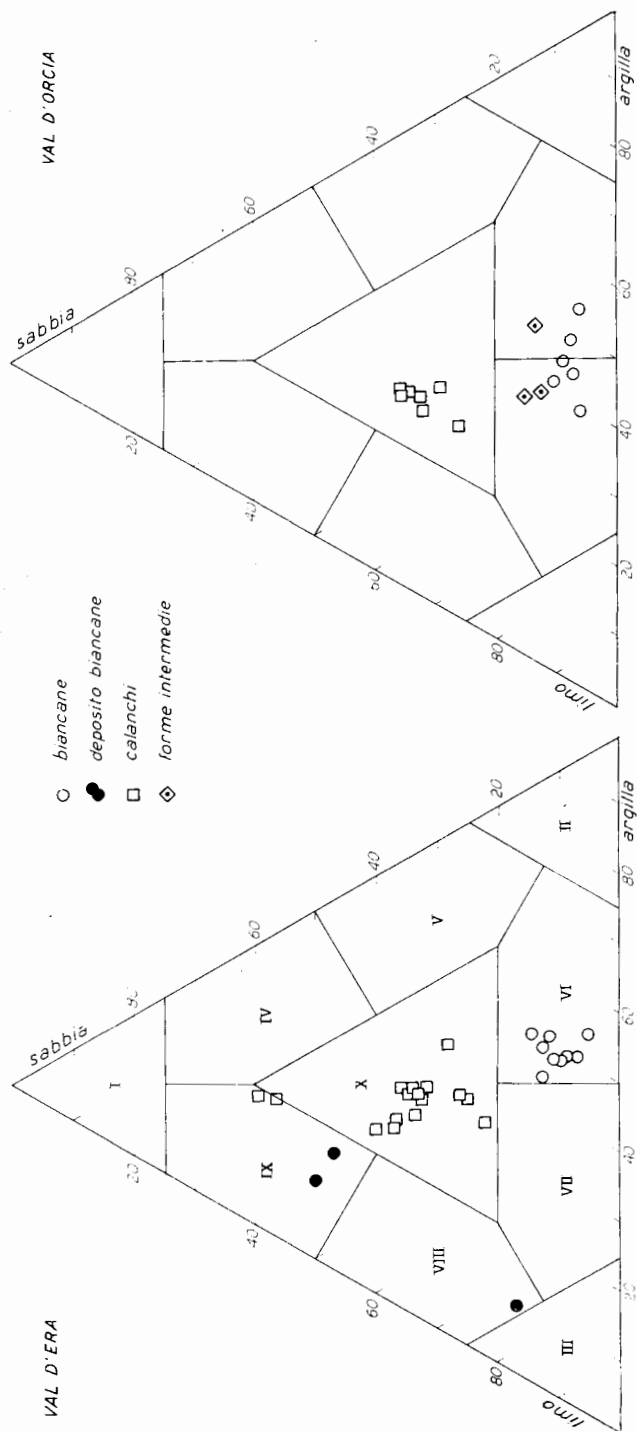


FIG. 3. — DIAGRAMMI TRIANGOLARI RAPPRESENTATIVI DELLE COMPONENTI GRANULOMETRICHE (SHEPARD, 1954).

(I - Sabbioso, II - Argilloso, III - Limoso, IV - Sabbioso-argilloso, V - Argilloso-sabbioso, VI - Argilloso-limoso, VII - Limoso-argilloso, VIII - Limoso-sabbioso, IX - Sabbioso-limoso, X - Sabbioso-limoso-argilloso).

I campioni provenienti dalle biancane hanno una caratteristica prevalentemente argilloso-limoso, mentre i calanchi si inseriscono tra i sedimenti sabbioso-limoso-argillosi. I campioni provenienti dalle forme intermedie hanno anche caratteristiche intermedie, mentre quelli provenienti dai sedimenti formati ai piedi delle biancane hanno generalmente una componente sabbiosa più marcata.

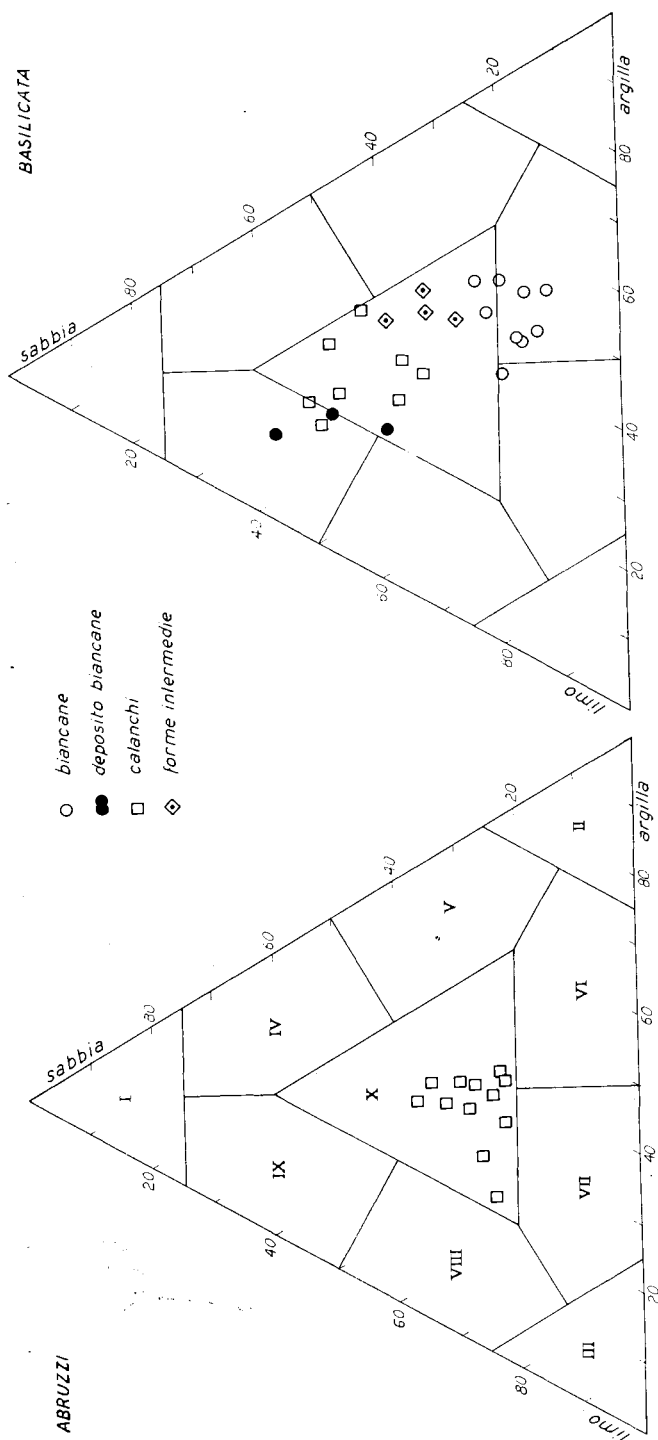


FIG. 4. — DIAGRAMMI TRIANGOLARI RAPPRESENTATIVI DELLE COMPONENTI GRANULOMETRICHE (SHEPARD, 1954).
(I - Sabbioso, II - Argilloso, III - Limoso, IV - Sabbioso-argilloso, V - Argilloso-sabbioso, VI - Limoso-argilloso, VII - Limoso-sabbioso, VIII - Limoso-sabbioso, IX - Sabbioso-limoso, X - Sabbioso-limoso-argilloso).

I campioni provenienti dalle biancane hanno una caratteristica prevalentemente argilloso-limoso, mentre i calanchi si inseriscono tra i sedimenti sabbioso-limoso-argillosi. I campioni provenienti dalle forme intermedie hanno anche caratteristiche intermedie, mentre quelli provenienti dai sedimenti formati ai piedi delle biancane hanno generalmente una componente sabbiosa più marcata.

PERCENTUALI PONDERALI DELLE FRAZIONI GRANULOMETRICHE
PER ALCUNI CAMPIONI

	Argilla	Limo			S a b b i a				
	< 2 μ	2- 5 μ	5- 10 μ	10- 20 μ	20- 40 μ	40- 80 μ	80- 160 μ	160- 320 μ	> 320 μ
CALANCHI									
E 9 Era	32,0	15,0	10,9	10,1	10,0	8,7	7,8	4,7	0,8
E 11 »	19,4	6,9	9,6	9,9	13,5	16,8	15,8	10,0	0,8
O 1 Orcia	29,0	11,0	12,0	15,5	17,8	11,5	3,1	0,1	—
O 2 »	27,6	17,5	11,9	17,0	17,4	7,4	1,2	—	—
A 1 Piomba	37,3	12,7	10,5	14,1	16,4	8,0	1,0	—	—
A 3 »	30,6	10,7	11,6	11,1	10,6	19,4	4,9	1,1	—
B 18 Basento	29,7	8,3	7,3	7,7	13,3	16,7	13,0	3,8	0,2
B 14 »	19,7	4,4	8,9	18,7	15,9	23,4	7,2	1,7	0,1
FORME INTERMEDIE									
O 10 Orcia	38,7	18,0	16,5	13,9	8,2	3,9	0,8	—	—
B 8 Basento	48,0	11,4	11,5	15,4	9,5	3,6	0,6	—	—
BIANCANE									
E 2 Era	50,1	20,9	10,0	12,0	2,6	4,4	—	—	—
E 4 »	49,3	17,2	13,8	10,3	5,3	4,0	0,1	—	—
O 14 Orcia	45,3	15,6	14,1	16,1	8,2	0,7	—	—	—
O 16 »	54,1	14,7	13,0	12,0	5,8	0,4	—	—	—
B 2 Basento	52,6	9,2	16,9	8,0	6,6	6,0	0,7	—	—
B 3 »	54,4	14,2	13,0	15,7	7,8	3,6	0,3	—	—
DEPOSITO BIANCANE									
E 6 Era	9,7	12,3	30,2	30,6	7,7	4,4	3,3	1,7	0,1
B 4 Basento	20,5	7,1	11,4	17,2	18,8	21,8	3,2	—	—

quanto ci risulta, rientra perfettamente nel modo di comportamento delle argille di questa regione, poiché negli Abruzzi non abbiamo riscontrato la presenza di forme mammellonari. Nella valle del Basento esiste, invece, un passaggio graduale della tessitura dei terreni, considerando progressivamente quelli a biancane, quelli a « forme intermedie » (fig. 5) e quelli a calanchi. Le forme intermedie, ipotizzate dallo Stefanini, ma partendo da un'altro principio, e identificate per la prima volta in



FIG. 5. — FORME INTERMEDIE SU DI UN VERSANTE IN VAL D'ORCIA.

E' evidente la difficoltà di ascrivere queste forme ai calanchi o alle biancane, avendo contemporaneamente caratteristiche proprie degli uni e delle altre.

(*fol. S. Vittorini*)

Val d'Orcia (A. Castelvechi e S. Vittorini, 1967) a nostro parere, non possono ascriversi decisamente alle biancane o ai calanchi, avendo caratteristiche morfologiche intermedie.

Sulla determinazione di queste forme intermedie può avere gran peso il criterio di valutazione soggettiva, se basata esclusivamente sull'osservazione diretta, ma l'analisi granulometrica può rappresentare l'elemento obiettivo di discriminazione poiché effettivamente le caratteristiche tessiturali dei terreni sui quali si impostano si inseriscono perfettamente tra quelle dei terreni a biancane e quelli a calanchi. I terreni a forme intermedie, infatti, possono classificarsi tra quei sedimenti sabbioso-limoso-argillosi più ricchi in tenore di argilla e più poveri di limo sia rispetto ai calanchi che alle biancane. Nella valle del Basento

si è giunti agli stessi risultati cui si pervenne nelle indagini precedentemente svolte in Val d'Orcia, mentre in Val d'Era tali forme non sono state ancora individuate, così come negli Abruzzi dove, come si è già detto, non si sono rinvenute neppure forme mammellonari.

Limitatamente alla Val d'Era e alla valle del Basento, si sono analizzati anche alcuni campioni prelevati dai materiali trasportati, dalle acque dilavanti, ai piedi delle biancane. Questi si inseriscono per la maggior parte nel campo dei sedimenti sabbioso-limosi e di quelli limoso-sabbiosi. Ciò presuppone che, almeno nella prima fase del trasporto, si operi già una selezione, in quanto la maggior parte della frazione argillosa viene portata via in sospensione dall'acqua e che la differenziazione avvenga già nelle primissime fasi del processo di erosione (v. fig. 8). Tale fatto sarebbe confermato dalle analisi granulometriche eseguite in altre ricerche in cui appare una tessitura diversa a partire dalla superficie delle biancane e procedendo verso la parte non alterata della roccia, come mostra la tabella 4.

TAB. 4

ANALISI GRANULOMETRICA DI CAMPIONI PRELEVATI
PROGRESSIVAMENTE DALLA ROCCIA MADRE VERSO LA
SUPERFICIE DI UNA BIANCANA

(da A. CASTELVECCHI e S. VITTORINI, 1967)

Diametro dei granuli in micron	Substrato argilloso %	Orizzonte intermedio %	Orizzonte superficiale %
sabbia > 20	6,2	7,1	11,3
limo { 20 - 6	21,6	21,8	23,8
{ 6 - 2	18,1	26,7	25,8
argilla < 2	54,1	44,4	39,1

Il processo in questione, tuttavia, si verificherebbe soltanto durante la fase di dilavamento superficiale che non è continua nel tempo, ma che, nelle argille neogeniche, si produce solo in determinate circostanze di continuità delle piogge o con ro-

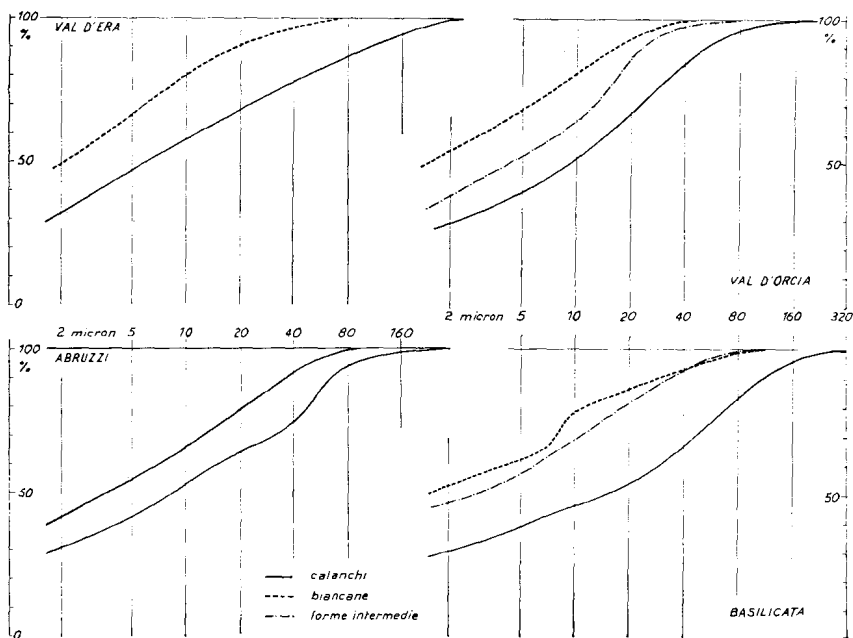


FIG. 6. — CURVE CUMULATIVE IN DIAGRAMMI CARTESIANI AD ASSI SEMILOGARITMICI, relative ad alcuni campioni delle argille a calanchi, a biancane e a forme intermedie. Sulle ascisse sono riportati i valori in micron dei diametri dei granuli; sulle ordinate le percentuali cumulative.

vesci di particolare intensità (A. Feodoroff, 1965; S. Vittorini, 1971). Le argille neogeniche, infatti, per la loro proprietà di fessurarsi si comportano come un terreno altamente penetrabile, con deflusso superficiale nel complesso bassissimo, che può esser nullo anche durante i mesi invernali, se le piogge sono scarse e intervallate da periodi asciutti.

Molto più frequente è il deflusso ipodermico che, svolgendosi al di sotto della superficie, arricchendo di umidità le parti più profonde del suolo, determina smottamenti e scollamenti contribuendo così, a nostro parere, in maniera considerevole sia all'entità dell'erosione che al modellamento dei versanti.

Si arguisce pertanto quale sia l'importanza della composi-

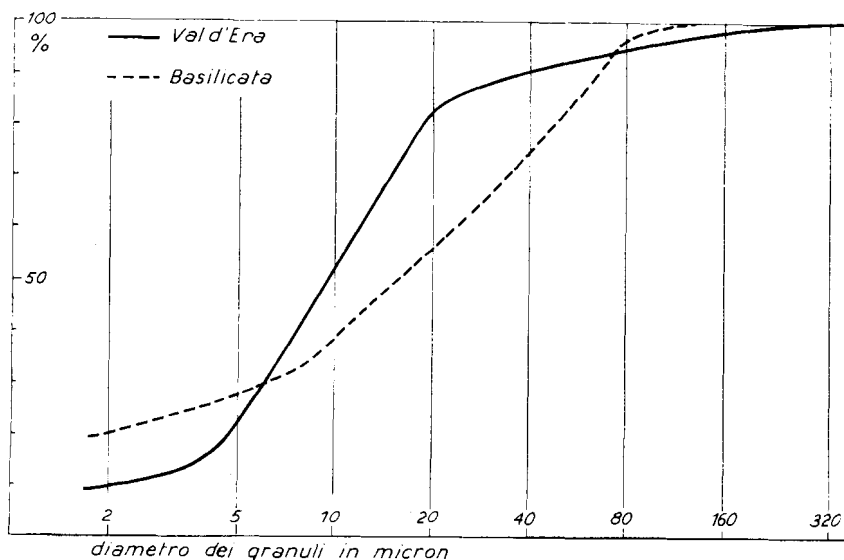


FIG. 7. — CURVE CUMULATIVE RELATIVE A CAMPIONI PRELEVATI DAI SEDIMENTI FORMATISI AI PIEDI DELLE BIANCANE.

zione mineralogica delle argille dalla quale il crepacciamento logicamente dipende.

Recenti studi hanno correlato il crepacciamento anche al tenore della frazione argillosa, nel senso che esso aumenta quanto più è grande l'indice di fessurazione (8). Dove il tenore della frazione argillosa è elevato ed è presente un minerale espandibile il crepacciamento è massimo; esso diminuisce quanto più decrescono la frazione argillosa e la percentuale di minerali espandibili.

Dalla correlazione tra granulometria e morfologia è risultato dunque che, a parità di contenuto in minerali espandibili, la prima giocherebbe un ruolo considerevole nella formazione dei calanchi e delle biancane; ciò vale principalmente per la valle del Basento e per quella del Piomba, che rappresentano

(8) L'indice di fessurazione dipenderebbe dalla seguente relazione: $F = 2A + L$, in cui A è la porzione argillosa (< 2 micron) e L quella limosa (> 2-20 micron), nei suoli argillosi illitico-montmorillonitici (J.R. MARTY e C. MAERTENS, 1969).

un *test* importante a favore di questa ipotesi. Nella prima regione, pur essendo la composizione mineralogica uniforme, ma variabile quella granulometrica, vi sono ambedue le forme di erosione; nella seconda, pur essendo incostante la presenza di minerali espandibili, ma costante la tessitura del terreno, vi sono soltanto calanchi.

La presenza di montmorillonite nei terreni a biancane della Val d'Era, a nostro avviso, non sarebbe in contraddizione con ciò che precede, ma farebbe supporre che, nella differenziazione tra le due forme di erosione giocherebbe un ruolo determinante la diversa composizione granulometrica, mentre la presenza di altri fattori apporterebbe un'ulteriore diversificazione in senso regionale.

4. *Modalità dell'erosione.* — A questo punto si pone naturale la questione del possibile intervento dei processi di erosione nell'origine e nello sviluppo dei due così diversi aspetti morfologici. Pertanto, vale la pena di aggiungere all'esame del fattore litologico alcune considerazioni per cercare di capire meglio l'influenza degli stessi caratteri dei terreni nei processi di erosione.

Le condizioni climatiche, è indubbio, giocano un ruolo molto importante ed in specie il regime e l'energia delle piogge, anche se, nel nostro caso, questo particolare aspetto del clima può essere trascurato poiché biancane e calanchi si formano nello stesso ambito. Oltre tutto, l'intensità efficace della pioggia si verificherebbe quando si supera il valore di 25 mm/h (N. W. Hudson, 1961), caso non raro, ma poco frequente nelle regioni studiate. L'azione della pioggia è molto complessa e, per Feodoroff (1965), si manifesterebbe secondo questo schema: effetto di impatto sulla superficie del suolo, ruscellamento, trascinamento delle particelle.

L'entità dell'effetto d'impatto (*splash erosion*) dipende, oltre che dall'intensità della pioggia, anche dai caratteri granulometrici e dalla stabilità strutturale del terreno. Si è osservato ad es. che esso raggiunge il massimo ad un certo valore del diametro dei granuli (250-175 micron) per poi diminuire man



FIG. 8. — PARTICOLARE DI UNA BIANCANA.

Si notino il crepacciamento superficiale e il deposito formatosi ai piedi della biancana stessa.

(*fol. S. Vittorini*)

mano che questi diventano più piccoli. Nel nostro caso siamo molto al di sotto di tale limite; inoltre l'anisotropia della struttura attenuerebbe ulteriormente tale effetto. Nel caso delle argille la disgregazione è debole, con umidità scarsa, e cresce con l'aumentare di questa. Secondo D. D. Smith e W. H. Wischmeir (1962) l'effetto di impatto aumenta quanto più i colloidi si disperdono e sono portati via dal ruscellamento. Questo ci sembra il meccanismo principale dell'erosione delle forme mammellonari dove all'effetto di impatto si aggiunge il ruscellamento (fig. 8). Il crepacciamento determinerebbe, in un primo tempo, maggiore assorbimento dell'acqua ed un ritardo del deflusso; ma in caso di piogge prolungate si verificherebbe l'ammollimento dei prismi di ritiro ed il loro distacco.



FIG. 9. — PARTICOLARE DI UNA BIANCANA: EFFETTO DELL'EROSIONE DA IMPATTO (*splash erosion*).

I ciuffi della rada vegetazione e le conchiglie, che hanno esercitato un'azione protettiva nei confronti delle gocce d'acqua, danno una misura dell'efficacia di questo tipo di erosione.

(fot. S. Vittorini)

Nelle biancane, però, il crepacciamento è superficiale, dell'ordine di alcuni centimetri, specie sul lato meridionale privo di vegetazione, probabilmente perché tale fenomeno non può prodursi sufficientemente a causa della continua asportazione del materiale, a meno che non influisca anche qui la natura dell'argilla. In sintesi, si ha l'impressione che questi mammelloni si « sciolgano » sotto l'azione dell'acqua.

Nei versanti nudi a maggiore sviluppo lineare, e cioè nei calanchi, l'effetto di impatto avrebbe minore importanza rispetto al dilavamento, poiché l'acqua incanalata in mille rivoli acquista maggiore energia cinetica (fino a un certo limite) e prevale l'asportazione meccanica per ruscellamento.



FIG. 10. — VERSANTI DEGRADATI IN VAL D'ORCIA.

E' evidente il processo di denudazione che avviene per scollamenti superficiali e per colate di fango.

(*fol. S. Vittorini*)

Bisogna considerare però che, come s'è detto, questi fenomeni sono discontinui, sì che determinano una situazione paradossale: alla nostra osservazione, documentata fotograficamente, risulta che, mentre il lato meridionale di una biancana rimane sempre privo di vegetazione, anche a distanza di anni, la superficie di un calanco si ricopre, per periodi anche lunghi, di una rada, ma consistente vegetazione erbacea e arbustiva, fenomeno questo favorito da una struttura più porosa del terreno che può rapidamente produrre un embrione di suolo. Ciò dà luogo spesso all'equivoco di una cessazione del processo di erosione. Su questa superficie, che è tuttavia notevolmente alterata, si instaura invece un profondo crepacciamento che, in periodi particolarmente piovosi, è causa di soliflusso, con vistosi scollamenti e colate di fango. Da questi fatti, a nostro avviso, dipenderebbe

la causa del rapido smantellamento dei versanti, assai più efficace di quello prodotto dall'effetto dell'impatto della pioggia o del dilavamento (fig. 10).

La differenza dell'entità del crepacciamento esistente tra i versanti calancati e le biancane è un dato di fatto riscontrato, ma la sua causa rimane comunque un problema non ancora risolto; ulteriori indagini potrebbero dare una risposta a tale quesito.

5. *Diagramma CM.* — Analizzando la curva cumulativa di distribuzione dei granuli dei campioni è possibile individuare l'ambiente di sedimentazione dei materiali argillosi, prendendo in considerazione i valori C ed M che si riferiscono rispettivamente alle dimensioni dei granuli in corrispondenza dell'1% della parte più grossolana (che nei diagrammi delle figg. 6 e 7 corrisponde al 99%) e alla mediana (R. Passega, 1957). Il principio si basa sul fatto che la frazione più grossolana è maggiormente rappresentativa di un ambiente di sedimentazione rispetto a quella più fina (9).

Come risulta dalla fig. 11, i campioni tendono a raggrupparsi generalmente in due nubi di punti di cui quella inferiore, relativa alle biancane, indicherebbe un ambiente di acque tranquille, probabilmente pelagiche. La determinazione dei punti posti superiormente, corrispondenti ai calanchi, è più incerta, ma indicherebbe probabilmente un ambiente di piattaforma. In particolare, nel caso delle valli dell'Era e del Basento, la nube dei punti superiori è distribuita senza nessun ordine, con i singoli punti distanziati, cui corrisponderebbe un ambiente di acque tranquille simile a quelle del Golfo di Maracaibo, come mostra un esempio prodotto da Passega. Tuttavia l'interpretazione di insiemi di punti di questo tipo non sarebbe ancora ben definita.

(9) Il diagramma CM, che è in scala bilogaritmica, si costruisce ponendo sulle ascisse il valore della mediana e sulle ordinate quello dell'unpercentile di ciascun campione. L'insieme dei punti cade in determinate aree e può avere una determinata organizzazione dalla cui interpretazione si può dedurre l'ambiente di sedimentazione.

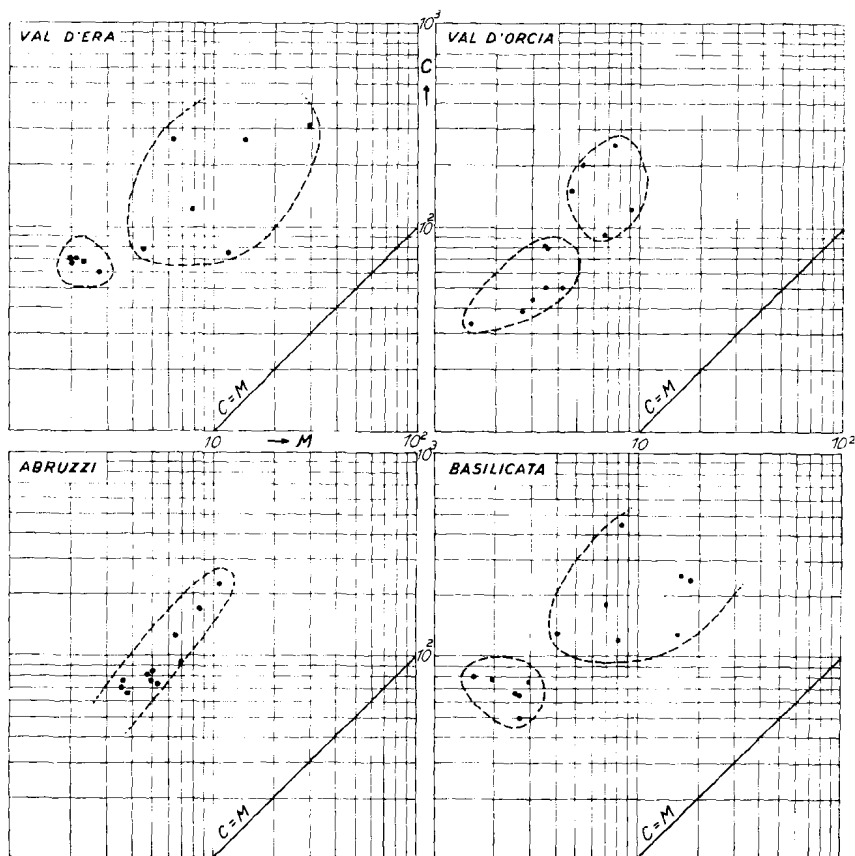


FIG. 11. — DIAGRAMMI CM DI PASSEGA (1957).

I diagrammi, costruiti su assi logaritmici, hanno in ascissa i valori della mediana (M) e in ordinata quelli dell'unpercentile (C). Le nubi dei punti inferiori, relative ai campioni delle biancane, si discostano sensibilmente da quelle superiori che sono relative ai calanchi. Solo nel caso degli Abruzzi i punti sono disposti chiaramente in ordine parallelo alla retta $C = M$ che denoterebbe un deposito per corrente di torbida.

L'esistenza di correnti torbide, invece, appare abbastanza chiara nel caso dei campioni della Val d'Orcia e della valle del Piomba, i cui punti sono disposti lungo la direzione della retta limite $C = M$. Si tratterebbe però di turbiditi alimentate da correnti piuttosto deboli.

6. *Considerazioni conclusive.* — In definitiva, la constatata diversità mineralogica dei terreni argillosi pliocenici e pleistocenici delle quattro regioni considerate (prevalendo, a seconda dei casi, minerali espandibili e poco espandibili e, comunque, variando i rapporti tra i minerali in comune) ci ha permesso di trovare interessanti rapporti con i differenti aspetti morfologici.

Confrontando, ad es., le argille della valle del Basento, in cui è massima la concentrazione dei minerali espandibili, e quelle della valle del Piomba, in cui questi sono quasi assenti, appare che nella seconda si trovano calanchi a creste aguzze e a fianchi ripidissimi e assenza di forme mammellonari, mentre nella prima si rinvencono calanchi a creste più stondate e biancane.

A causa del limitato numero dei campioni, tuttavia, non si sono potute notare, eccetto alcuni casi, generali differenze mineralogiche nell'ambito di una stessa regione. Questa parte dell'indagine, pertanto, se da un lato ha portato a trovare una spiegazione delle diversità morfologiche e morfometriche delle forme di erosione riscontrata tra una regione e l'altra, non ha recato un decisivo contributo alla spiegazione della contemporanea presenza di biancane e calanchi in una stessa regione, o addirittura in uno stesso versante.

Analizzando granulometricamente i vari campioni si è potuto invece constatare la forte diversità granulometrica delle argille a calanchi rispetto a quelle a biancane: le prime possono classificarsi tra i terreni sabbioso-limoso-argillosi, mentre le seconde sono da porre tra quelli argilloso-limosi. Tale differenza appare sostanziale in quanto le caratteristiche meccaniche dei terreni variano non solo con il contenuto dei minerali argillosi, ma anche con il rapporto che assumono le varie frazioni granulometriche fra loro. Ciò potrebbe spiegare la possibilità che le biancane hanno di formarsi, come in Val d'Era, in Basilicata e in Val d'Orcia e di non formarsi, come negli Abruzzi.

L'analisi dei diagrammi CM ha poi confortato queste ipotesi poiché ci ha permesso di individuare una stessa origine dei terreni caratterizzati dalle stesse forme di erosione. Questo

tipo di indagine, mettendo in evidenza la variabilità delle modalità di sedimentazione nell'ambito delle stesse argille plioceniche e pleistoceniche, offre un sistema obiettivo per la differenziazione dei diversi livelli di queste formazioni. Nel contempo, può portare un valido contributo all'interpretazione della distribuzione delle biancane e dei calanchi, basato appunto su tali dati obiettivi.

La presente ricerca, però, non vuole avere un carattere definitivo, essendo la problematica ancora aperta, in quanto la indagine è impostata sull'osservazione diretta e su analisi effettuate in aree campioni.

BIBLIOGRAFIA SOMMARIA

- ALMAGIA' R., *Studi geografici sopra le frane in Italia*, in « Mem. Soc. Geogr. It. », I, Roma, 1907; cfr. pp. 13 e segg.
- ALMAGIA' R., *Forme e fenomeni di erosione nei dintorni di Bagnorea*, in « Boll. Soc. Geogr. It. », Roma, 1913, pp. 176-184.
- AMICI F., *I calanchi*, in « Riv. Geogr. It. », Firenze, 1898, pp. 378-383.
- AVENA G. e LA MONICA G., *Analisi sedimentologiche e radiometriche di un complesso argilloso-arenaceo della « Formazione di Frosinone » (Miocene medio-superiore)*, in « Geologica Romana », Roma, 1964, pp. 227-250.
- AZZI G., *I fenomeni della erosione nelle argille azzurre del Pliocene nel bacino del Santerno (Romagna)*, in « Boll. Soc. Geogr. It. », Roma, 1912, pp. 111-142.
- BOMBICCI C., *Geologia dell'Appennino bolognese*, in « Appennino Bolognese », C.A.I., Bologna, 1881, pp. 102-103.
- BRAUN G., *Zur Morphologie des Volterrano*, in « Zeitschr. der Gesell. für Erdkunde zu Berlin », Berlino, 1905, pp. 771-783.
- CASTELVECCHI A. e VITTORINI S., *Osservazioni preliminari per uno studio sull'erosione in Val d'Orcia*, in « Atti XX Congr. Geogr. It. », Roma, 1967, III, pp. 151-168.
- CASTIGLIONI B., *Osservazioni sui calanchi appenninici*, in « Boll. Soc. Geol. It. », Roma, 1933, pp. 357-360.
- DE GASPERI G. B., *Sulle forme d'erosione nelle Crete Senesi*, in « Riv. Geogr. It. », Firenze, 1914, pp. 534-539.
- DE STEFANI C., *Sulla formazione delle vallate nei terreni pliocenici della Toscana e Umbria*, in « Proc. Verb. Soc. Tosc. Sc. Nat. », Pisa, 1880, pp. 21-26.

- DE WIT C. P. e ARENS P. L., *Moisture content and density of some clay minerals and some remarks on the hydration pattern of clay*, in « Trans. 4th Intern. Congr. Soil Sc. », Melbourne, 1950, 2, pp. 59-62.
- DEL ZANNA P., *Le « crete » di Certaldo*, in « Boll. Soc. Geogr. It. », Roma, 1915, parte II, pp. 747-766.
- FEODOROFF A., *Mécanismes de l'érosion par la pluie*, in « Rev. de Géogr. Phys. et de Géol. Dyn. », Parigi, 1965, pp. 149-163.
- GILLOT J., *Clay in engineering geology*, Londra, Elsevier, 1968, pp. 296.
- GRIM R. E., *Clay mineralogy*, Londra, Mc Graw-Hill, 1953, pp. 380.
- HUDSON N. W., *An introduction to the mechanics of soil erosion under conditions of subtropical rainfall*, in « Proc. Tr. Rhod. Sc. Ass. », Salisbury, 1961, 1, pp. 15-25.
- KIRKBY M. J. e CHORLEY R. J., *Throughflow, overland flow and erosion*, in « Bull. of I.A.S.H. », Budapest, 1967, 3, pp. 5-21.
- LULLI L. e RONCHETTI G., *Prime osservazioni sulla crepacciatura dei suoli delle argille plioceniche marine nella valle dell'Era. Volterra (Pisa)*, in « Ann. Istit. Sper. per lo Studio e la Difesa del Suolo », Firenze, 1973, pp. 143-149.
- MARINELLI O., *Confronto tra i « Bad Lands » italiani e quelli americani*, in « Mem. Vol. of the Transcont. Excurs. of 1912 of the Am. Geogr. Soc. of N.Y. », New York, 1912, pp. 223-230.
- MARTY T. R. e MAERTENS C., *Comportement à l'effritement et à la fissuration de quelques sols typiques du Sud-ouest de la France*, in « Bull. de l'Ass. Franç. pour l'Étude du Sol », Parigi, 1969, 1, pp. 5-8.
- MORETTI A., *Appunti su alcuni fenomeni d'erosione nei terreni pliocenici nei dintorni di Pienza (Siena)*, in « Boll. Soc. Geogr. It. », Roma, 1938, pp. 817-833.
- PANIZZA M., *Carta ed osservazioni geomorfologiche del territorio di Calopezzati (Calabria)*, in « Riv. Geogr. It. », Firenze, 1966, pp. 1-32.
- PANIZZA M., *Carta e lineamenti geomorfologici del territorio di San Giorgio Lucano e Colobraro (Lucania orientale)*, in « Riv. Geogr. It. », Firenze, 1968, pp. 437-480.
- PANIZZA M., *Schema di legenda per carte geomorfologiche di dettaglio*, in « Boll. Soc. Geol. It. », Roma, 1972, pp. 207-237.
- PASSEGA R., *Texture as characteristic of clastic deposition*, in « Bull. Am. Ass. of Petr. Geol. », Tulsa, 1957, pp. 1952-1984.
- SFALANGA M., MALESANI G. P. e VANNUCCI S., *Relazioni tra caratteristiche mineralogiche e parametri fisici delle argille. Alcune considerazioni sulla stabilità dei versanti*, in « Ann. Istit. Sper. per lo Studio e la Difesa del Suolo », Firenze, 1974, pp. 229-254.
- SHEPARD F. P., *Nomenclature based on sand-silt-clay ratios*, in « Journ. Sediment. Petrol. », Urbana (Illin.), 1954, 3, pp. 151-158.
- SMITH D. D. e WISCHMEIER W. H., *Rainfall erosion*, in « Adv. in Agr. », New York, 1954, pp. 109-147.

- STEFANINI G., *Di un nuovo studio sulla morfologia dell'Appennino settentrionale*, in « Riv. Geogr. It. », Firenze, 1908, pp. 495-502.
- STEFANINI G., *Nicchie d'erosione nei terreni pliocenici della Val d'Era*, in « Riv. Geogr. It. », Firenze, 1909, pp. 209-225.
- STEFANINI G., *Sulle « biancane » del Volterrano e del Senese*, in « Riv. Geogr. It. », Firenze, 1914, pp. 657-667.
- STEFANINI G., *Uno studio morfologico sul Pliocene di Val d'Elsa del Prof. P. Del Zanna*, in « Riv. Geogr. It. », Firenze, 1915, pp. 505-507.
- TERMIER H. e TERMIER G., *Le monde des argiles*, in « Rev. de Géogr. Phys. et de Géol. Dyn. », Parigi, 1964, pp. 317-320.
- TERZAGHI K. e PECK R. B., *Mécanique des sols appliquée aux travaux publics et au bâtiment*, Parigi, Dunod, 1957, pp. 380.
- VILLA G. M., *Su di alcuni aspetti dell'evoluzione geomorfologica del paesaggio nel territorio senese meridionale*, in « Studi di morfologia toscana », Univ. degli Studi di Urbino, pubbl. n. 3, Urbino, 1951, pp. 39-47.
- VITTORINI S., *La degradazione in un campo sperimentale nelle argille plioceniche della Val d'Era (Toscana) e i suoi riflessi morfogenetici*, in « Riv. Geogr. It. », Firenze, 1971, pp. 142-169.

SOME OBSERVATIONS ABOUT ORIGIN AND ROLE OF TWO KINDS OF EROSIONS ON CLAYS: « CALANCHI » AND « BIANCANE » (SUMMARY). — In order to clarify the causes and ways of the origins of « calanchi » and « biancane » being typical forms of erosion on clays, on samples taken from Pleistocene and Pliocene clayey grounds in four different regions of the Italian mainland granulometric and semiquantitative diffractometric analysis have been made and the results compared.

It has been noticed that the mineralogical composition of clays actually differs from region to region and that the granulometric composition changes within the same area. On the ground of the results achieved it has been formulated the hypothesis that the granulometric composition of clays and, in part, the mineralogical one may have a remarkable influence on the formation of « calanchi » and « biancane ».

The relation among the argillaceous minerals on the contrary might influence the morphometric differences being among the various regions.

Futhermore it appears that on the ground of the analysis of the CM diagrams of Passega, the sedimentation environment of the calanchi-clay is different from the biancane-one.