

ATTILIO MORETTI

**APPUNTI SU ALCUNI FENOMENI D'EROSIONE
NEI TERRENI PLIOCENICI DEI DINTORNI DI PIENZA (Siena)**

Nel territorio di Pienza la successione dei terreni pliocenici marini può essere, dall'alto verso il basso, così schemizzata:

1° Sabbie gialle con *Ostrea* e *Pecten* che affiorano specialmente nei pressi di C. Legnanino e di Palazzo Massaini.

2° Argille e marne superiori azzurre e grigie (giallastre nelle plaghe di più intensa alterazione superficiale) con frequenti cristalli di gesso e ricche di fossili (specialmente *Ostrea cochlear*).

3° Calcare con *Nulliporae* ed *Amphisteginae* giallo chiaro, leggermente spugnoso e compatto.

4° Arenarie più o meno grossolane a grani silicei e calcarei legati da cemento calcareo-marnoso, gialle, rossicce, verdastre che presentano verso l'alto un livello caratteristico con *Terebratulae*.

5° Marne sabbiose grigiastre, molto diffuse specie nella zona collinosa ad O. di Pienza.

Il Pliocene salmastro affiora entro i limiti d'un bacino relativamente esteso, racchiuso da isolotti di calcare retico (grigio, grigio-perla, rosato, con frequenti venature calcitiche) associato ad argilloscisti varicolori ed a calcari marnosi dell'Eocene.

Entro a questo bacino la parte superiore della formazione marnosa inferiore risulta sostituita da un banco di conglomerato (loc. *tischio*) che comporta quasi ovunque uno o più strati di marna fetida (loc. *sasso porco*), qualche volta accompagnati da piccoli banchi di lignite semipicea.

I tipi litologici di gran lunga più diffusi superficialmente sono le argille superiori e le marne inferiori; ad esse, specialmente, si raccolgono, quindi, le condizioni morfologiche ed idrografiche, spesso caratteristiche, della regione pientina.

Anche le arenarie e i calcari presentano, però, una certa estensione in superficie nella zona immediatamente a NO di Pienza e specialmente nell'alta valle del T. Tuoma.

Il motivo orografico risulta costituito da un sistema di deboli alture, dai contorni generalmente poco marcati, che degrada leggermente verso la valle dell'Orcia.

Semplice nelle sue linee fondamentali è il sistema idrografico che comprende numerosi torrentelli (loc. *fossi*) e torrenti a regime notevolmente discontinuo, soprattutto per la mancanza d'una regolare circolazione sotterranea moderatrice capace d'alimentare sorgenti.

Fenomeni d'erosione spesso molto vistosi danno luogo, in corrispondenza dei vasti affioramenti argillosi, alle forme tipiche che caratterizzano le cosiddette « crete senesi ». Zone di sterilità, del tipo di quelle indicate comunemente con il nome di *biancane*, s'alternano con zone a vegetazione rigogliosa; le prime, di solito, corrispondono alle sommità dei sistemi collinosi; le seconde, generalmente, ai versanti.

Rammerò, da un punto di vista piuttosto generale, che già, in ordine di tempo, il De Gasperi e lo Stefanini, sia pure per vie diverse, hanno istituito una distinzione, dai punti di vista genetico ed evolutivo, tra le ben note forme calanchive e quelle che derivano dall'erosione delle crete senesi. Il De Gasperi, [5, pag. 536], per questa distinzione, tiene specialmente conto della differente purezza del materiale argilloso nelle zone a calanchi ed in quelle a biancane. Lo Stefanini, invece, [14, pag. 660 e seg.], ferma la sua attenzione sulle condizioni topografiche e sulla esposizione rispetto ai punti cardinali dei territori in cui si osservano i due tipi morfologici. Egli distingue, infatti, le modalità evolutive dei sistemi idrografici in terreni argillosi esposti nei quadranti meridionali, in base alla ripidità del pendio su cui si sviluppano le incisioni erosive. Nelle regioni a forti pendii le acque selvagge si raccolgono in corsi quasi rettilinei, secondanti la pendenza del suolo, alimentati da affluenti all'incirca paralleli alla vallecchia principale; nelle regioni a più debole pendenza, il corso principale è generalmente tortuoso e riceve i torrentelli minori secondo angoli di solito prossimi al retto. Come logica conseguenza si avranno forme d'isolamento diverse; nel primo caso (cui corrispondono i fenomeni tipicamente calanchivi) esse si presentano come costoni acuti ed angolosi; nel secondo (comune nelle biancane) come sistemi cupoliformi subquadrangolari in pianta e subemisferici in rilievo.

Nel territorio di Pienza i fenomeni d'erosione nelle zone argillose s'inquadrano, generalmente, nello schema caratteristico per le regioni a deboli pendii. Solcature poco ripide intagliano i dossi e i

colli e danno luogo a sistemi idrografici di solito ramificati le cui unità localmente vengono distinte con il nome di *burroni* o di *borri*.

Col progredire del lavoro d'erosione dette solcature isolano dalle forme preesistenti curiosi raggruppamenti di monticoli a forme di solito blande. Solo nella valle del T. Tuoma, in corrispondenza di qualche tratto di versante più fortemente inclinato, si notano incisioni che, in qualche modo, rammentano quelle di tipo calanchivo e che presentano qualche volta piccoli bacini di formazione ad anfiteatro e caratteristici coni di deiezione alla loro estremità inferiore.

Un burrone si origina in genere da uno strappo o da uno smottamento nella corteccia superficiale in pendio. L'azione combinata ed alterna dell'acqua di dilavamento e dell'insolazione, agisce sull'intaccatura iniziale approfondendola e prolungandola. Il prolungamento procede verso il basso e verso l'alto; deve cioè considerarsi in ogni istante come il risultato di due azioni concomitanti, l'una progressiva e l'altra retrocessiva. Esso teoricamente, dovrebbe secondare una traccia rettilinea corrispondente alla linea di pendenza massima del rilievo; si riscontra però quasi sempre uno sviluppo a sinuosità anche complicate, con linea di fondo interrotta da piccoli salti e raccordi d'inclinazione variabile, dovuto in parte alla non perfetta uniformità del tipo litologico sede del fenomeno.

Difatti le argille della formazione che ho indicata come superiore, oltre che ad essere a tratti leggermente sabbiose, presentano plaghe assai ricche di cristalli anche vistosi di gesso e comportano livelli zeppi di resti fossiliferi calcarei; le marne della formazione inferiore (a tratti pur esse marcatamente sabbiose), presso il contatto con le sovrastanti arenarie gialle, sono caratterizzate da frequenti intercalazioni sabbio-arenacee. Un ruolo molto importante nell'evoluzione del fenomeno hanno poi sicuramente le condizioni topografiche iniziali, la cui obliterazione in seguito al ciclo erosivo determina talora anomalie che apparentemente complicano lo schema di solito abbastanza semplice in cui s'inquadra il processo. Nè si devono dimenticare gli smottamenti che, qualche volta, originano vere e proprie colate di fango capaci di modificare anche definitivamente lo sviluppo di un piccolo sistema idrografico, specie se in formazione.

Le prime fasi del procedimento erosivo possono agevolmente osservarsi nei pressi del Podere Mazzini in un burroncello che si sviluppa per oltre m. 150 intaccando uno sperone collinoso degradante verso il fosso omonimo. Il burrone di Podere Mazzini, che ha un'anda-

mento grossolanamente N-S., consta di un tronco principale, il cui corso presenta numerose sinuosità, al quale affluiscono alcune incisioni secondarie di lunghezza qualche volta superiore alla cinquantina di metri. La sezione trasversale del burrone, mentre nella parte inferiore del corso e cioè presso il punto di confluenza con il sottostante Fosso Mazzini presenta un profilo ad U, nella parte superiore, dove incide la marna bluastra ancora fresca, raggiungendo una profondità di m. 2,50, è caratterizzata da un marcato profilo a V a sponde ripidissime.

L'analisi già sommariamente accennata dei rapporti intercedenti tra le condizioni topografiche primitive del terreno su cui si svolge il fenomeno erosivo e l'ubicazione dei singoli solchi burronali (necessaria qui in modo particolare) rende quasi sempre manifeste la genesi e l'evoluzione del processo. E questo è importante di notare perchè senza un'analisi di tal fatta difficile resulterebbe spiegare lo sviluppo e l'andamento di qualche tratto burronale senza trovarsi in netto contrasto con le leggi più elementari dell'idrodinamica.

Difatti le incisioni burronali di cui s'è fatto parola si sviluppano sui due versanti laterali del dosso, parallelamente al suo crinale ed alla vallecola del fosso che ho denominato di Podere Mazzini, mentre sarebbe logico che scendessero secondando la massima pendenza dei versanti (fig. 1).

Il fenomeno trova spiegazione se si risale alla forma originaria di questa zona che, verosimilmente, doveva essere costituita da un vasto pianoro a dolce pendio, lungo il quale, secondo la pendenza massima, si sarebbe dapprima originato un sistema di ruscelli paralleli. In séguito, uno di essi, (**a** nella fig. 1) ubicato in modo da convogliare una maggior quantità di acque meteoriche, si sarebbe approfondito più rapidamente dei contigui (in rapporto anche a particolari condizioni litologiche agli effetti dell'erosione) allargando la sua sezione trasversale fino ad investire la zona d'erosione del ruscello più vicino (**b**) il quale, approfondendosi di conserva, sarebbe rimasto ubicato sulla falda dell'incisione più profonda.

Il burroncello **c**, tributario di **b**, situato quasi in corrispondenza del crinale del dosso su una falda a pendenza più blanda, mostra con sufficiente chiarezza le condizioni primitive del fenomeno.

Solo nel loro tratto inferiore le solcature parallele deviano bruscamente secondo la massima pendenza delle scarpate d'erosione dei fossi convogliatori sottostanti.

L'ipotesi enunciata, a mio avviso, dà anche ragione di talune brusche sinuosità che si riscontrano nel corso delle vallecole e che possono ritenersi originate in corrispondenza dell'intersezione di antichi pianori debolmente inclinati con versanti a più forte pendio e diversamente orientati.

Nei riguardi dell'arretramento del fenomeno erosivo ho potuto, qui, compiere un'osservazione che mi sembra non priva d'interesse. Dal lato sinistro del burrone principale e con andamento all'incirca ad esso perpendicolare si stacca una breve solcatura (circa m. 7) non molto profonda ed assai lievemente inclinata. Al fondo di questa solcatura ed in corrispondenza della sua estremità superiore si notano alcune zolle franate di fresco che rappresentano la

prova più evidente del verso secondo cui si sviluppa l'erosione. Anche la ragione di questo fenomeno è intuitiva. Le acque di ruscellamento hanno, difatti, più facile gioco d'azione sui bordi denudati ed a forte pendenza della solcatura in cui si raccolgono che su di un versante ancora discretamente erboso e debolmente inclinato. Da una piccola tacca di scolo può così formarsi (in particolari condizioni) una sacca che costituisce il punto di partenza per le successive fasi di arretramento. Fenomeno conco-

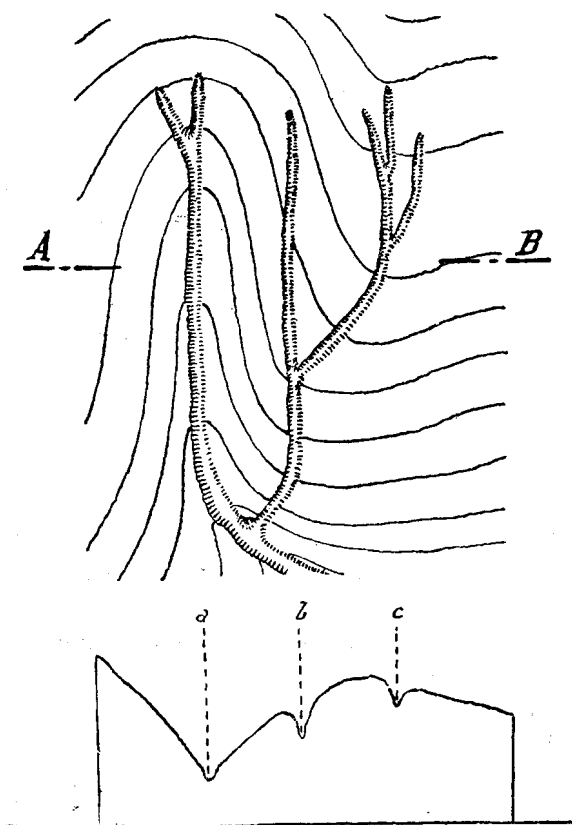


Fig. 1. — Schizzo schematico in pianta ed in sezione trasversale del Fosso Mazzini e del sistema d'incisioni burronali che lo alimentano.

mitante è un'azione di scalzamento che provoca il franamento di parti della cotica superficiale.

Io penso che l'arretramento abbia non piccola parte (almeno per i rilievi ancora ricoperti da manto erboso come il dosso considerato) nella genesi di solcature secondarie. Esso assume quindi un ruolo importante nella plastica burronale, specie se si tiene conto della facilità con cui può originarsi e della rapidità con cui si sviluppa.

Fenomeni più vistosi e non meno istruttivi per lo studio dei processi d'erosione in terreni argillosi si notano di frequente nei dintorni anche immediati di Pienza. Forme a cupola del tipo di quelle riscontrare per altre località del Senese si notano poco a S. della città in una zona che si può ritenere limitata ad E. dal Fosso Tresa e ad O. dal Fosso Rigo. Biancane tipiche sono largamente diffuse anche in corrispondenza del corso superiore del T. Tuoma e del T. Trove ove assumono proporzioni notevolissime in rapporto alla forte potenza d'affioramento della formazione argillosa (oltre m. 50).

Forme d'isolamento piuttosto angolose che possono, anche per la configurazione topografica dei pendii su cui si originano, in certo modo interpretarsi come termini di passaggio al tipo calanchivo hanno un certo sviluppo ad E. della rotabile per Montichiello nel tratto compreso tra Casafrati e C. Lucignanello.

Io ho creduto opportuno prendere in particolare considerazione, sia per la varietà dei tipi litologici in gioco, sia per le sue condizioni di maturità, un rilievo che s'eleva dalla depressione esistente tra C. Cretairole e C. Valle e che forma uno sperone poco marcato degradante da C. Valle al Fosso Sambuco di cui costituisce il versante sinistro per circa 500 metri. Quest'altura, costituita alla base dalle marne della formazione inferiore e verso la sommità da alternanze arenacee e sabbio-marnose, è incisa da 5 burroni principali di cui tre si sviluppano sulle pendici occidentali, raggiungendo naturalmente il Fosso Sambuco e due (che hanno la loro sede sulle pendici orientali e che si disperderebbero nei sottostanti pianori coltivati) sono convogliati al torrente da canaletti artificiali. Là dove le incisioni burronali attraversano la formazione in cui s'alternano strati arenacei e sabbio-marnosi si originano piccole interessanti cascate. Il fenomeno assume proporzioni piuttosto notevoli nel burrone più lungo che ha il suo inizio appena sotto C. Valle e che si sviluppa per oltre m. 300 sulle pendici occidentali del dosso raggiungendo la profondità massima in corrispondenza d'un salto quasi verticale la cui genesi è in stretta correlazione con la diversa

erodibilità dei tipi litologici affioranti. Al ciglio della cascata affiora, difatti, un piccolo banco, spesso circa cm. 50 d'arenaria giallastra; appena sotto compare la formazione marnosa con uno spessore di circa m. 2; al di sotto ancora si nota un altro piccolo banco di materiale arenaceo sopportato dalla formazione marnosa. I banchi arenacei, permeabili e di lor natura più resistenti all'azione delle acque, formano una specie di sporgenza a tetto sulle sottostanti formazioni impermeabili e più facilmente erodibili (fig. 2); siamo cioè in presenza di forme concavo-convexe di ben caratteristica fisionomia le quali, in qualche modo rammentano, anche per le condizioni genetiche, le nicchie d'erosione osservate e descritte dallo Stefanini nei terreni pliocenici della Val d'Era [13]. Lo sviluppo a ferro di cavallo del ciglio della cascata (la cui continuità è spesso interrotta da incavature dovute alle acque di ruscellamento che anche lateralmente danno luogo alla formazione di nicchie più o meno rudimentali), i depositi di sfasciume recente al fondo del burrone, una fenditura profonda parecchi centimetri — riscontrata in prossimità dell'orlo superiore di versamento — che sta isolando uno zollone arenaceo, mostrano che siamo di fronte ad un fenomeno di retrocessione dovuto allo scalzamento del materiale marnoso ed al conseguente scoscendimento di porzioni della formazione arenacea.

Nello stesso burrone, una cinquantina di metri più a monte della cascata descritta, un piccolo banco arenaceo intercalato nella marna dà luogo ad un altro salto di minori proporzioni che presenta pur esso evidenti fenomeni di retrocessione.

Dai cinque burroni principali e dal corteo delle incisioni secondarie che ad esso si ricongiungono lo sperone collinoso risulta quasi completamente denudato e profondamente eroso e suddiviso per una lunghezza di almeno 300 metri. Numerose sono le forme d'isolamento a foggia di monticoli conici, piramidali, pinnacolari, con il caratteristico ciuffo di vegetazione in vetta.

Lo studio della loro disposizione in rapporto specialmente alla parte culminare del dosso che appare ancora risparmiata dall'erosione, permette la ricostruzione ideale delle condizioni topografiche primitive che, anche qui, rappresenta un valido ausilio per la comprensione dell'evoluzione delle singole unità idrografiche.

La parte più profondamente erosa (anzi quasi completamente demolita) dell'altura corrisponde alla zona marginale verso Pienza; un piccolo tratto delle pendici nord-occidentali, invece, non è sede

del fenomeno erosivo e contrasta vivamente per le sue forme morbide e per la sua rigogliosa vegetazione con i desolati ruderi biancastri che lo circondano.

Io non posso — data anche l'indole molto particolare del presente lavoro — occuparmi diffusamente dell'ancora discusso problema della degradazione in terreni argillosi. In questi ultimi tempi due studiosi, il Castiglioni ed il Passerini, si sono occupati a fondo della questione, giungendo a conclusioni piuttosto diverse.

Il Castiglioni, infatti, in una breve nota preliminare [1] esclude l'influenza della diversa esposizione dei versanti argillosi che fu, in passato, generalmente invocata per dar ragione dell'ubicazione delle forme calanchive; egli ha difatti potuto constatare che il fenomeno è relazionato alla disimmetria dei versanti delle valli monoclinali nelle quali i calanchi si stabiliscono sui versanti più acclivi che, com'è logico, sono quelli *di testata*.

L'Autore medesimo riprende questa idea e la sviluppa in un'ampia monografia successiva [2], densa di osservazioni personali, nella quale sono esaminate le condizioni morfologiche dei terreni pliocenici della Valle del Tronto, della fascia collinosa piceno-aprutina, dell'Emilia e della Toscana.

Il Passerini, invece, dopo una particolareggiata disamina, confortata da argomentazioni di carattere analitico e sperimentale, di tutti i fattori che possono influire sulla degradazione in terreni argillosi, giunge alle seguenti conclusioni [9, pag. 211]: 1) « la asimmetria delle valli monoclinali plioceniche — come per altre formazioni geologiche — è da ritenersi, in molti casi almeno, dipendente dalla inclinazione degli strati: i versanti di testata dovranno risultare più inclinati dei versanti di faccia »; 2) « nelle zone delle argille plioceniche la degradazione, anche nelle forme più gravi, si può riscontrare ovunque, indipendentemente cioè dalla esposizione dei versanti e dalla inclinazione degli strati »; 3) « a parità di condizioni fisiche (specialmente *permeabilità* e *resistenza alla trazione*) dell'argilla costituente i due opposti versanti di una stessa valle, a parità, inoltre, d'inclinazione, di rivestimento vegetale ecc. sul versante a Sud la degradazione deve procedere con ritmo assai più accelerato che non su quello a Nord; lo stesso dicasi per i versanti ad Ovest rispetto a quelli ad Est; 4) « la inclinazione degli strati, inducendo condizioni di resistenza diversa alle azioni idromeccaniche gravitazionali e molecolari, può determinare sui versanti delle valli monoclinali, che si trovino in particolari

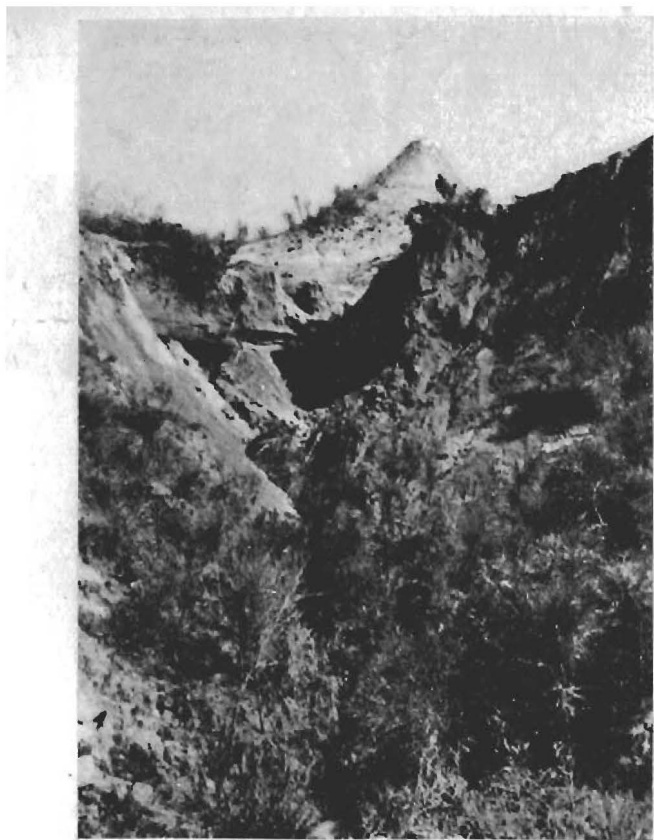


Fig. 2. — Solco erosivo in corrispondenza del complesso alternante arenaceo-marnoso. Verso l'alto predominano le marne che presentano un modellamento a monticoli conici; verso il basso l'incisione burronale è interrotta da una piccola cascata con formazione d'una nicchia.

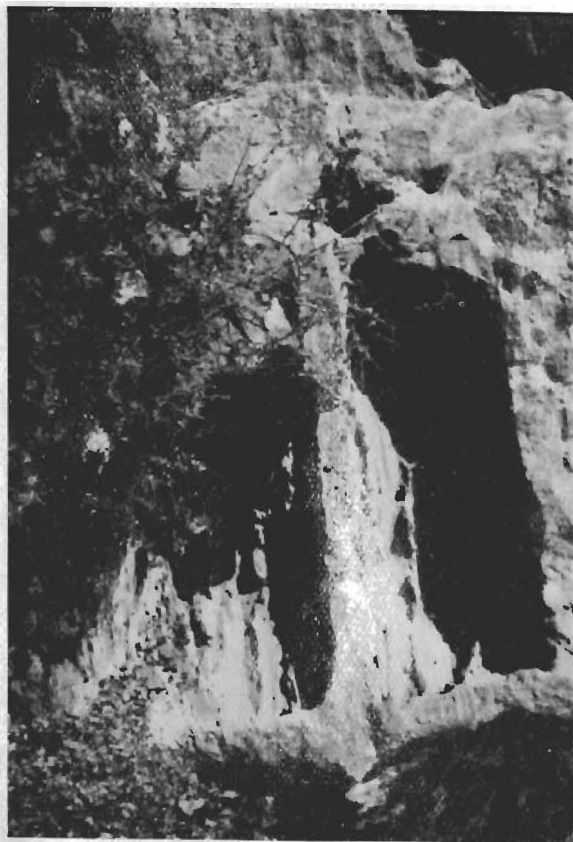


Fig. 4. — Camere d'erosione nelle arenarie plioceniche di Pienza.



Fig. 5. — Un piccolo fungo d'erosione. Il cappello del fungo è letteralmente tappezzato dalle cribrature alveolari.



Fig. 6. — Sculture alveolari nelle arenarie plioceniche di Pienza. Da notare come qui il fenomeno è specialmente localizzato in corrispondenza dei giunti di stratificazione.

fasi del loro processo evolutivo, indici annui di degradabilità alquanto diversi. Nelle valli in fase attiva d'erosione niente, peraltro, autorizza ad affermare che, a parità di esposizione, il versante più degradato sia quello sul quale gli strati attestano».

In ultima analisi a quanto mi sembra di capire secondo il Passerini l'incisione calanchiva dei versanti più acclivi delle valli monoclinali osservata dal Castiglioni non costituirebbe che un caso molto particolare del fenomeno; non solo ma l'influenza dell'esposizione dei versanti, esclusa dal Castiglioni, avrebbe, a parità d'altre condizioni, effettivamente valore.

Il mio campo d'azione è stato — come ho già avvertito, — troppo limitato perchè io possa cercar di trarre dalle mie personali osservazioni conclusioni d'indole generale. Mi limiterò pertanto ad affermare che nei dintorni di Pienza, — a quanto mi è stato dato di notare. — i fenomeni di degradazione nelle argille si presentano in condizioni tali da far pensare che in realtà obbediscano a più fattori determinanti le cui azioni, qualche volta, si sovrappongono.

In genere ho potuto raccogliere prove evidenti favorevoli all'idea che i versanti esposti verso i quadranti meridionali siano più degradati di quelli esposti a settentrione.

In qualche zona ho riscontrato condizioni conformi a quelle indicate dal Castiglioni; condizioni che, per altro, mi sono parse piuttosto particolari e localizzate. Degna di menzione mi pare, a questo proposito, la Valle del T. Tuoma dove, circa all'altezza di C. Tuoma, si nota una marcata disimmetria dei versanti in relazione alla monoclinaltà dell'incisione valliva; è da notare, però, che qui il versante più acclive, interessato dalle incisioni calanchive è esposto all'incirca verso mezzogiorno.

Un pò ovunque, poi, nel territorio esaminato, ho osservato plaghe argillose profondamente degradate anche a prescindere dalle condizioni tettoniche relative alle incisioni vallive e dall'esposizione dei versanti.

Come si è già osservato i processi erosivi nelle formazioni argillose sin qui considerati improntano profondamente la morfologia generale della regione pientina in rapporto specialmente alla vasta superficie su cui si manifestano; interessanti fenomeni d'erosione, in genere però piuttosto localizzati, si notano anche in corrispondenza delle altre formazioni plioceniche, specie di quella calcarea e di quella arenacea.

Nei riguardi di questi due ultimi complessi noterò anzitutto che tra le assise calcaree e le bancate arenacee che le sopportano si osserva di frequente un graduale passaggio litologico. Frequenti sono pure, verso il contatto, le sostituzioni laterali di *facies* tra i due tipi litologici che, perciò, in qualche plaga costituiscono un complesso praticamente inscindibile.

Le placche affioranti di calcare a *Lithothamnium*, abbastanza diffuse ma generalmente di piccola estensione, presentano quasi ovunque un caratteristico modellamento ingenerato dalle acque di dilavamento. Le superficie d'affioramento a debole pendenza sono contraddistinte da forme mammellonari isolate da solcature abbastanza nettamente marcate; quelle più fortemente inclinate presentano una frammentazione in zolloni grossolanamente emicilindrici allungati secondo la pendenza massima del rilievo.

In alcuni tratti, dove il fenomeno erosivo ha raggiunto uno stadio molto avanzato, gli affioramenti si riducono a vere e proprie petraie. Lo sfaticcio del calcare, a *Lithothamnium* è, di solito, costituito da un caratteristico terriccio rossastro cosparso quasi sempre di piccoli ciottoli di colore giallo-chiaro.

La formazione arenacea sottostante ai calcari è spesso caratterizzata da forme rupestri particolarmente sviluppate sulle pendici SO della collina di Pienza, nella valle del T. Tuoma e d'alcuni suoi affluenti.

La zona di transizione dal calcare all'arenaria (che può osservarsi molto chiaramente tra Podere Valle e Podere Pino) presenta una successione d'alternanze arenacee e calcaree in un complesso frequentemente differenziato anche in senso laterale.

I fenomeni d'erosione più vistosi in questa zona dipendono essenzialmente dalle condizioni stratigrafiche ora rammentate. Dei due tipi litologici associati il calcare è di ben lunga il più resistente all'azione del dinamismo meteorico che ha invece un più facile gioco sull'arenaria la quale, in qualche punto, viene ridotta a sabbione incoerente. Di qui la genesi delle forme seghettate a tetti e a rientranze che talora interessano i diversi elementi stratigrafici per una lunghezza di parecchi metri.

Nella valle del T. Tuoma e specialmente a valle del ponte della rotabile per Castelmuzio, la formazione calcareo-arenacea a giacitura quasi orizzontale, che qui raggiunge una ventina di metri di potenza, oltre ai motivi morfologici riscontrati negli immediati

dintorni di Pienza, presenta un particolare modellamento a gradini dei versanti (specie del destro) che si può osservare per qualche centinaio di metri sin quasi all'altezza di C. Bagnolo.

Anche la formazione schiettamente arenacea è interessata da importanti fenomeni erosivi di vario tipo che qui di seguito trovano la loro illustrazione.

Il complesso arenaceo è costituito da una successione di strati di potenza varia e comprende verso il tetto intercalazioni arenaceo-marnose e verso il riposo, come s'è avuto modo di mostrare trattando del modellamento della formazione argillosa inferiore, intercalazioni decisamente marnose.

Le arenarie stesse non sono d'un tipo unico, ma presentano varietà notevolmente compatte e varietà a mediocre compattezza passanti financo a vere e proprie sabbie.

S'intende subito di qui come il gioco degli agenti meteorici e delle acque selvagge e torrentizie assuma sviluppi diversi nei vari membri della formazione arenacea dando luogo a forme caratteristiche, ma in complesso uniformi.

Sono, molto spesso, paretoni verticali o quasi, lunghi qualche diecina ed alti sino a una quindicina di metri, con sporgenze mammellonari qualche volta di forma curiosa e lunghi aggetti a mensola corrispondenti agli strati di maggior resistenza, che incassano corsi d'acqua di portata anche molto mediocre. L'azione erosiva delle acque torrentizie alla base di questi paretoni ingenera fenomeni di scalzamento e di frana ed in ultima analisi d'arretramento, molte volte ad arco, delle loro fronti per cui i corsi d'acqua nell'attraversare la formazione arenacea sono caratterizzati da sinuosità anche notevoli.

Il profilo della linea di fondo dei torrenti è poi spesso interrotto — in corrispondenza del complesso alternante — da cascatelle e cascate (notevole quella dei pressi di Fonte Pertusi con un salto di circa 10 metri) che qualche volta presentano alla loro base tracce di marmitte d'erosione.

Tutto ciò si osserva lungo il corso del T. Tuoma e dei suoi affluenti di sinistra (Fossi di C. Cacchini, di Strozzevolpi e di C. Bonellino).

I dirupi che formano una specie di bastione naturale dell'altezza di circa m. 10 al di sotto della rotabile che da Pienza conduce al Cimitero sono costituiti da una serie di strati d'arenaria giallastra che pendono quasi insensibilmente verso la valla dell'Orcia.

Questi dirupi, notevolmente frammentati da diaciasi d'ordine tettonico, presentano in genere forme del tipo di quelle appena sopra indicate dovute alla differente resistenza agli agenti esterni dei singoli membri stratigrafici; qui i fenomeni elementari sino ad ora osservati sono però complicati da un tipo particolare d'erosione che ha come punto di partenza la formazione d'interessanti cavità di disfacimento.

Sono cariatature di tipo alveolare a contorno grossolanamente circolare od ellittico con diametri e profondità variabili, ma in genere dell'ordine di qualche centimetro.

Più alveoli, per reciproco allargamento, danno spesso origine a tasche ellissoidali il cui diametro maggiore presenta una lunghezza variabile sino ad un massimo di pochi decimetri.

Già negli alveoli con dimensione maggiore pari a 2-3 centimetri si manifesta un'intensa azione cariante anche all'interno della nicchia, con formazione di nuove piccole cribrature. Si ha cioè uno sviluppo del fenomeno anche in profondità che assume, naturalmente, caratteri più decisi con manifestazioni molto evidenti nelle cavità di secondo ordine che abbiamo denominato tasche.

Più tasche di frequente si allargano sino a fondersi tra di loro formando camere grossolanamente prismatiche con perimetro del contorno d'apertura piuttosto irregolare e variabile a seconda dello stadio evolutivo del processo.

Sono abbastanza frequenti nelle camere di prima formazione forme che mostrano le modalità secondo cui avvenne la fusione delle tasche originarie; ciò si riconosce facilmente negli schizzi schematici riportati (fig. 3) non solo per le condizioni dello sviluppo perimetrale ma anche per la presenza di formazioni settiformi che risaltano più o meno al fondo della camera definitiva.

In alcune camere sono chiaramente conservate le tracce degli stadi successivi del processo erosivo. Così in una grande camera che raggiunge i m. 4 d'altezza per 2,50 di larghezza e per 0,50 di profondità, in corrispondenza dei bordi laterali, si notano cariatature alveolari nella roccia fresca, mentre all'interno sono evidenti le tracce dei setti divisori di tre grandissime nicchie da cui la camera deriva. Tra setto e setto si notano, poi, i resti di un fittissimo intrico di alveolature (a favo) la cui completa oblitterazione ripristina, com'è intuitivo, le condizioni iniziali d'un nuovo ciclo erosivo (fig. 4).

Il complesso dei fenomeni esaminati viene notevolmente accelerato ed ingigantito se essi si localizzano in corrispondenza delle diaclasi da cui abbiamo visto interessata la formazione arenacea. Ne risulta, in definitiva, la formazione di spaccature beanti che isolano più o meno completamente tratti anche notevoli della formazione.

Sui blocchi isolati l'erosione meteorica (potendo agire più liberamente e sopra una maggior superficie) origina forme complesse di cui la più caratteristica è quella a fungo da ricollegarsi con la differente resistenza agli agenti esterni demolitori dei vari strati di arenaria.

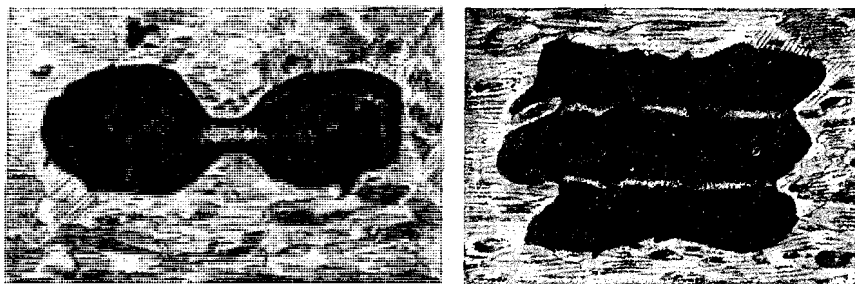


Fig. 3. — Schizzi dimostrativi del modo secondo cui tasche adiacenti d'erosione si fondono per formare camere.

Nella fig. 5 è rappresentato un piccolo fungo d'erosione, ma ve ne sono anche di dimensioni colossali (altezza m. 7-8, lunghezza m. 10 circa, larghezza m. 4 circa).

Circa le modalità genetiche e di sviluppo della caratura alveolare che, come abbiamo visto, ha non poca parte nei fenomeni descritti, dopo aver brevemente ricordato le opinioni sinora affacciate sull'argomento, riporterò i risultati di alcune osservazioni personali che reputo non privi di significato per la discussione ancora controversa del problema (1).

Com'è noto e come sembra logico anche considerando superficialmente la questione, forme di disfacimento di tipo alveolare si riscontrano soprattutto in sedimenti di tipo arenaceo.

Non mancano però esempi descritti per rocce eruttive (graniti in gen.) e metamorfiche (gneiss e scisti cristallini in gen.) sempre però di tipo schiettamente granulare.

(1) Una ricca bibliografia sull'argomento si ha nel lavoro di DAINELLI G. e MARINELLI O. [4].

Il Crema [3, pag. 10 dell'estr.] ha descritto alveolature a favo nei calcari pliocenici dell'Isola Palmaria. Recentemente il dott. Redini [10, pag. 45 dell'estr.] ed io stesso [8, pag. 187 dell'estr.] abbiamo avuto modo di segnalare, sia pure fuggacemente, sculture di tipo alveolare osservate nei calcari del Miocene medio della Sardegna settentrionale.

Taluni autori ricollegano il fenomeno in esame all'opera del dinamismo meteorico, in special modo alla corrasione ed alla deflazione favorite da particolari condizioni d'ambiente fisico (clima desertico o comunque arido) o — quando le alveolature si manifestano in zone costiere — all'azione meccanica (diretta o indiretta) o chimica delle acque marine.

Altri autori attribuiscono invece poca o nessuna importanza all'erosione eolica e pensano che l'azione cariante sia determinata piuttosto da un processo di disfacimento relazionato ad azioni termiche dell'atmosfera (alternanze brusche di temperatura) o a fenomeni di cristallizzazione di sali nei pori della roccia e d'idratazione di taluni minerali che la compongono in rapporto ad un'irregolare distribuzione delle acque di permeazione ed in presenza di croste protettive superficiali che un tempo si ritenevano caratteristiche delle zone a clima desertico, mentre in realtà si riscontrano anche in regioni a clima umido [11, pag. 128].

Oltre che dalle azioni esterne ora rammentate il fenomeno delle sculture alveolari si fa di solito dipendere dalla non uniformità (nel senso spaziale) delle proprietà intrinseche della roccia scolpita.

Anche a questo proposito non si ha, da parte degli autori, una identità di vedute. Tra le varie ipotesi formulate ricorderemo quella che attribuisce un ruolo importante alle condizioni strutturali, quella che tien conto specialmente della diversa resistenza interna della roccia in rapporto ad una più o meno evidente fratturazione ed alla conseguente non uniforme distribuzione del materiale di cementazione.

In Italia il fenomeno delle sculture alveolari — a quanto mi è noto — è stato, sinora, soprattutto osservato in zone costiere (in ambiente perciò piuttosto particolare) su arenarie eoceniche di tipo macigno.

In condizioni geografiche singolari s'inquadrano gli alveoli dei calcari miocenici del Sassarese che si è avuto occasione più sopra di

ricordare; essi, difatti, pur riferendosi ad una regione insulare, sono localizzati a distanza abbastanza considerevole dalla costa.

L'unico esempio, sinora illustrato, in zona continentale del nostro Paese è quello delle cavità del M. Senario presso Firenze che interessano l'arenaria macigno.

In ambiente continentale si originano anche le alveolature riscontrate nei dintorni di Pienza ch'io ho dianzi descritte.

Vien fatto quindi d'istituire una specie d'analisi comparativa tra le condizioni riscontrate dal Sestini [IX] al M. Senario e quelle ch'io ho potuto osservare nel territorio pientino.

Ricorderò intanto che anche al M. Senario, associate alle incisioni alveolari, si rinvenivano cavità di disfacimento di ben più notevoli dimensioni (tasche) che il Sestini propende a ritenere in « stretta connessione con le prime ».

Nei riguardi del processo di formazione viene esclusa la possibilità ch'esso sia in relazione alla corrosione eolica. Le argomentazioni invocate relative alla copertura vegetale, alla presenza di cavità in posizione ben riparata e ai caratteri delle pareti delle tasche, com'è chiaro, si riferiscono a fattori contingenti e provano la ragionevolezza di questa esclusione; meno logico sembra invece l'accento all'umidità del clima che, da un punto di vista generale, non contrasta affatto, come cercherò di mostrare tra poco, con l'eventuale azione cariante del vento.

Il Sestini, per la genesi delle cavernosità da lui descritte, attribuisce molta importanza al fatto che « l'escavazione che dà luogo alle forme a tasca procede al di sotto d'una specie di crosta più dura e compatta della zona immediatamente sottostante » e nota « una forte rassomiglianza con quelle descritte dal Blackwelder per le regioni aride e semi-aride del sud degli Stati Uniti dove sono comuni in rocce vulcaniche, graniti, arenarie, conglomerati ecc. » e si formerebbero « sotto una crosta superficiale in seguito ad un processo d'idratazione di certi minerali, come i feldspati, che porta ad un aumento di volume » in relazione ad acqua di permeazione. Non dice però chiaramente se quest'ultimo fenomeno, teoricamente possibile, data la frequenza di granuli feldspatici che di solito si riscontra nel macigno tipico, si verifica effettivamente al M. Senario, nè accenna ad altre eventuali cause — sia esterne, sia in relazione alle caratteristiche litologiche — delle cavità in esame.

Nelle brevi indicazioni geologiche premesse al presente lavoro io ho riferito le caratteristiche mineralogiche dell'arenaria pliocenica

della regione pientina; aggiungerò ora che la roccia trae il suo colore giallino da impregnazione tenue e irregolarmente diffusa d'idrossido di ferro e che sebbene essa resulti, in genere, discretamente compatta, è pure, poco resistente agli agenti atmosferici, cosicchè solo talune varietà vennero e vengono vantaggiosamente impiegate come materiale da costruzione.

Gli alveoli si originano quasi esclusivamente su superfici verticali o fortemente inclinate; essi, come si è già notato, si presentano o isolati o raggruppati a formare complessi sistemi reticolari (favi) tappezzando in quest'ultimo caso, di preferenza, il fondo delle cavità di disfacimento originate dalla fusione di due o più alveoli e di due o più tasche (camere) e le pareti dei ripari sotto roccia.

Le reticolature a favo rappresentano uno stadio piuttosto avanzato nel processo evolutivo delle cariatature alveolari; stadio che per la notevole erodibilità della roccia non ha modo di manifestarsi durevolmente con le sue complicate ma labili forme sulle superfici direttamente esposte agli agenti meteorici distruttori.

Talora l'alveolatura, al suo primo manifestarsi, trova sede favorevole per il suo sviluppo in corrispondenza ai giunti di stratificazione come risulta dall'esame della fig. 6; questa particolare localizzazione si può spiegare ammettendo l'esistenza di zone in cui le variazioni di resistenza della roccia agli agenti esterni hanno una specie di distribuzione piuttosto regolare e nel senso della stratificazione.

Le cavità alveolari si manifestano di solito su superfici direttamente esposte all'azione degli agenti meteorici; le superfici stesse, poi, presentano quasi ovunque una completa denudazione e sono in genere poco protette dalla vegetazione.

L'arenaria non solo è priva di crostoni d'indurimento superficiale, ma anche di quelle sfogliature di desquamazione da cui qualche autore fa dipendere il fenomeno di cariatatura. I minerali che la compongono (granuli silicei e calcarei legati da cemento calcareo-marnoso) escludono la possibilità di quei fenomeni d'idratazione con conseguente dilatazione dei granuli di cui s'è fatto cenno a proposito delle cavità del M. Senario.

La struttura, come si può notare anche con un esame macroscopico e come ho già avuto modo d'indicare, è piuttosto variabile in rapporto soprattutto alla non uniformità della grana. Plaghe ad elementi minuti s'alternano di frequente con plaghe ad elementi più grossetti che raggiungono le dimensioni d'un grano di riso. Le poche

osservazioni da me compiute a questo proposito non mi consentono di trarre conclusioni definitive sui rapporti tra struttura ed alveoli; posso però affermare che ho notato fenomeni d'alveolatura in zone con differenziazione strutturale anche notevole.

Io ritengo che gli agenti esterni cui, soprattutto è da attribuirsi l'azione erosiva, nel caso mio, siano quelli meteorici; in special modo il vento come fattore determinante di processi corrasivi e come fattore del dinamismo della pioggia (*raffiche*).

Nella zona in esame, difatti, sono comuni altre forme (funghi, ripari sotto roccia ecc.) che vengono comunemente riferite solo alla azione eolica. Esse, a mio avviso, corrispondono a variazioni in grande della resistenza al dinamismo degli atmosferici tra i diversi membri stratigrafici, mentre gli alveoli — primo stadio d'un particolare processo erosivo che sviluppandosi in profondità dà luogo a cavernosità più notevoli e in qualche caso grandiose (camere) — corrisponderebbero a differenze anche piccole di resistenza della roccia tra zonula e zonula di un medesimo strato o di strati diversi.

BIBLIOGRAFIA

- [1] CASTIGLIONI B., *Osservazioni sui calanchi appenninici*, Boll. Soc. Geol. It. vol. 52, Roma 1933.
- [2] ID., *Ricerche morfologiche nei terreni pliocenici dell'Italia centrale*, Pubbl. Ist. Geogr. R. Un. Roma, S. A., n. 4, 1935.
- [3] CREMA C., *Fenomeni d'erosione sulle coste dell'isola di Pianosa nel Mar Tirreno*, Boll. R. Soc. Geogr. It., Roma 1920.
- [4] DAINELLI G. e MARINELLI O., *Sculture alveolari nelle arenarie e in altre rocce*, Mem. Geogr., suppl. alla Riv. Geogr. n. 32, Firenze 1916.
- [5] DE GASPERI G. B., *Sulle forme d'erosione nelle crete senesi*, Riv. Geogr. It. a. XXI, Firenze 1914.
- [6] DE STEFANI C., *La frana del duomo di Pienza*, Giornale di Geol. Pratica, vol. VII, fasc. 1-2, 1909.
- [7] LOTTI B., *Il campo lignitifero di Montepulciano*, La Miniera italiana, 1918 (f. 5).
- [8] MORETTI A., *Osservazioni sul terziario dell'Anglona nord-orientale (Sardegna)*, Boll. R. Uff. Geol., Roma 1937.
- [9] PASSERINI G., *Influenza della immersione degli strati ed influenza dell'orientamento dei versanti sulla degradazione delle argille plioceniche*, Boll. Soc. Geol. It., vol. 56, Roma 1937.
- [10] REDINI R., *Note di Geologia sarda*, Boll. R. Uff. Geol., Roma 1937.
- [11] SESTINI A., *Cavità di disfacimento meteorico nell'arenaria di M. Senario presso Firenze*, Atti Soc. Tosc. di Sc. N., Proc. Verb., vol. XLIII, n. 5, Pisa 1934.
- [12] SIMONELLI V., *La lignite di Pienza*, Rend. R. Acc. delle Scienze, Nuova Serie, vol. XIX, Bologna 1915.
- [13] STEFANINI G., *Nicchie d'erosione nei terreni pliocenici della Val d'Era*, Riv. Geogr. It. XVI, 1909.
- [14] ID., *Sulle bianche del volterrano e del senese*, Riv. Geogr. It., XXI, 1914.