

# I paesaggi geologici italiani (8)

## Il flysch arenaceo-marnoso

a cura di

**Sigea** (Società italiana di geologia ambientale)

Via G.A. Badoero, 67/f - 00154 Roma - tel. 06/5086834, 5943344, 9499936 - fax 06/5086834, 9496952



Frana nel flysch dell'Appennino romagnolo

Angelo Corazza, Antonio di Gennaro, Eugenio Di Loreto, Giuseppe Gisotti, Lorenzo Liperi, Sebastiano Perriello Zampelli, Rosalba Pisaniello, Giancarlo Poli, Roberto Rossi, Antonio Vallario

*materiali*  
**Verde  
Ambiente**



## Il flysch

Col nome di flysch, termine dialettale adoperato dai minatori della Svizzera tedesca che significa "terreno che scivola", viene denominata una facies di una serie sedimentaria, depositatasi alla fine dell'evoluzione di una geosinclinale (zona depressa e allungata situata ai margini dei continenti dove si sono accumulati sedimenti), durante il sollevamento di una catena montuosa. Noto dai geologi col nome di "torbidite", il flysch ha origine dalla sedimentazione di materiali in sospensione, trascinati da imponenti correnti sottomarine dette comunemente correnti di torbida.

Generalmente il flysch è costituito da alternanze ritmiche a prevalente componente arenaceo-marnosa o arenaceo-argillosa. Si tratta di strati di arenarie silicee che si alternano ripetutamente e regolarmente con strati di marne o di argille; queste pile di strati hanno spessori sovente elevati, anche di qualche migliaio di metri.

Queste formazioni danno luogo a rilievi sia collinari (per esempio colline del Chianti) che montuosi: numerose montagne dell'Appennino sono costituite da arenarie, come per esempio i monti della Laga. In relazione alla loro erodibilità contenuta, questi terreni danno luogo a forme del rilievo alquanto durevoli, persistenti e assestate.

Se le arenarie sono prevalenti, si formano gropponi rotondeggianti, con fianchi di solito poco acclivi. A luoghi tali versanti sono interrotti da pareti subverticali, sia dove si sono instaurati dissesti, che dove sono presenti grandi superfici di dislocazione (faglie).

Se prevalgono le marne e gli argillosci, sono presenti forme più accidentate, con creste aguzze e fianchi ripidi.

I paesaggi più caratterizzati dal flysch arenaceo-marnoso sono quelli dell'Appennino centro-settentrionale, e in particolare l'Appennino toso-romagnolo e quello marchigiano-abruzzese: di questi paesaggi si tratterà in seguito, pur ricordando che anche in altre aree geografiche italiane affiora questo tipo di formazione geologica, come nei monti della Tolfa, nel medio e alto Molise, nel Cilento, nel Chianti, nelle colline intorno a Firenze.

### Il flysch dell'Appennino toso-emiliano

Il versante tirrenico dell'Appennino toso-emiliano si differenzia da quello padano-adriatico nei suoi lineamenti orografici generali: brevità e forte ripidità complessiva del versante, tendenza allo sviluppo di tronchi di catene parallele alla catena di spartiacque, in luogo dei molti contrafforti a pettine dell'altro lato. Oltre a questa diversa disposizione orografica, si avverte anche una sensibile diversità climatica, che nell'inverno è spesso manifesta nell'estensione del manto nevoso, il quale imbianca groppole e valli del versante padano e manca invece nel versante tirrenico. Questa diversità è dimostrata durante tutto l'anno dalla



*Primo piano di un pacco di strati di arenarie e marne*

*Le colline di Fiesole, in Macigno, sono state plasmate dalle popolazioni, che hanno dato loro il suggestivo aspetto del paesaggio toscano*



vegetazione, perché da questo lato non appena si scende sui 500 metri d'altitudine compare l'olivo, anche nelle vallate più interne.

Si distinguono un paesaggio propriamente montano lungo la catena di spartiacque e uno collinare o delle basse pendici. Nel primo la diversità tra versante toscano ed emiliano appaiono secondarie. La catena presenta aspetti assai uniformi da un capo all'altro, anzitutto in rapporto alla sua costituzione geologica, quasi dovunque data fondamentalmente da una varietà di arenaria grigia, chiamata macigno (di età almeno in gran parte oligocenica). Nonostante le discrete elevazioni, 1.500-2.000 metri, che portano le cime maggiori al di sopra della vegetazione boschiva, i monti non assumono quasi mai forme aspre e accidentate. Qualche vetta in parte rocciosa o qualche parete, su cui spicca la stratificazione poco disturbata della roccia, sono eccezioni più che la regola.

L'aspetto comune della dorsale di spartiacque, dai confini liguri alla valle del Bisenzio, è quello di una successione di groppole debolmente disgiunte da modeste insellature e solo di quando in quando da

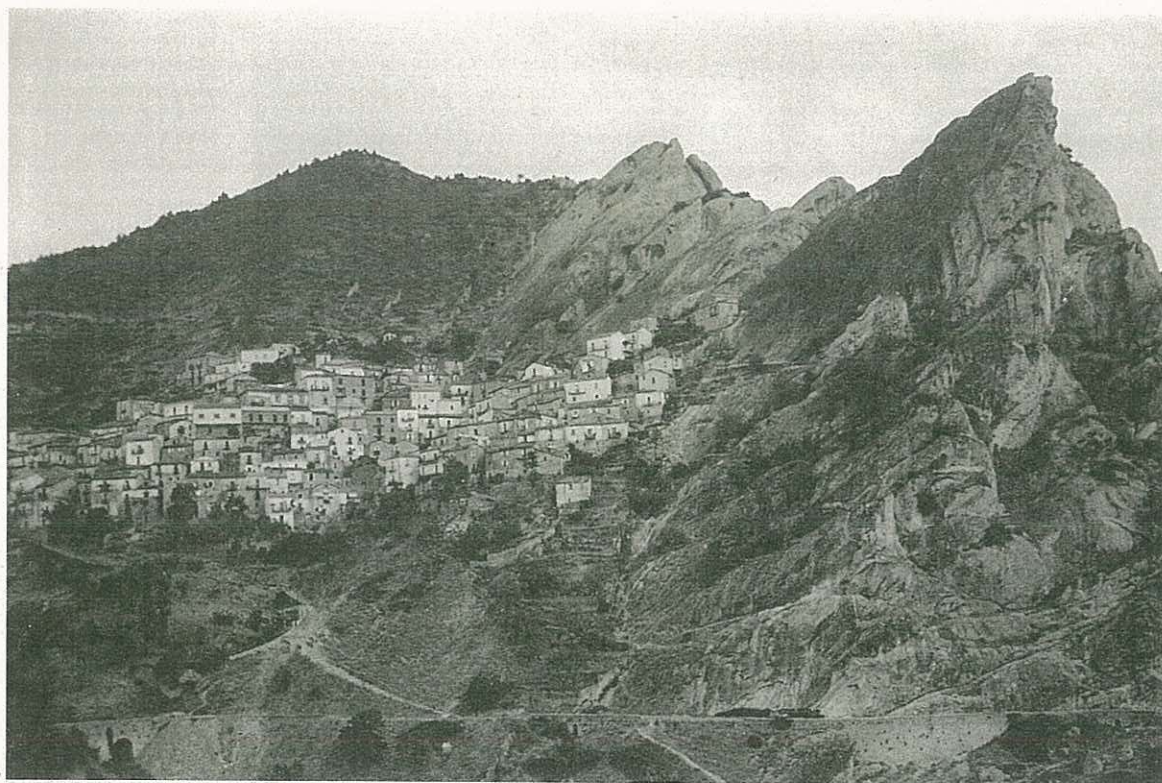
un più profondo passo, che permette alle strade il superamento della catena. Non in modo agevole, però, dal lato toscano, dove la brevità del versante e la profondità delle valli costringe a una ripida e faticosa salita, con serpentine brusche e ripetute.

Qualche diversità è dato spesso di osservare tra i due fianchi della catena per lo sviluppo di modeste impronte glaciali nel versante emiliano, soprattutto circhi lasciati dai ghiacciai quaternari, talvolta con piccoli laghi; qualche circo non manca tuttavia neppure dal lato tirrenico, dove compaiono anche un paio di masse calcaree mesozoiche, nelle quali si riprendono le forme rudi delle antistanti Alpi Apuane.

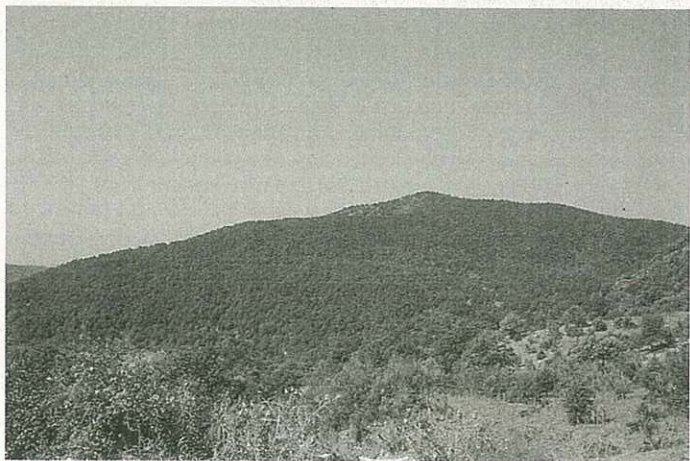
L'alto Appennino si riveste di boschi di faggio da 800-1.000 metri sino a 1.600-1.700 di altitudine, oltre la quale e fin sulle vette il suolo è ancora verde, ma di un pascolo aperto e magro.

La faggeta di alto fusto è poco frequente e per solito diradata, mentre predomina un ceduo piuttosto basso e irregolare; di rado penetrano fino a essa colture e abitazioni sparse (i pochi centri sopra i 1.000 metri, come l'Abetone, non hanno in genere carattere rurale). Dimore isolate e villaggi so-





*Se prevalgono le marne o gli argilloscisti sulle arenarie, oppure gli strati sono molto disturbati ("tettonizzati"), sono presenti forme accidentate, con creste aguzze, fianchi ripidi, come le montagne di Pietrapertosa in Lucania, dove è evidente che i primi abitatori del sito hanno cercato, nella imponente muraglia rocciosa alle spalle, una linea di difesa sia contro gli elementi naturali che contro i loro nemici*



*In relazione alla loro erodibilità contenuta, le rocce del flysch arenaceo-marnoso danno luogo a forme del terreno alquanto durevoli e persistenti. Se le arenarie sono prevalenti e gli strati sono poco disturbati, si formano gropponi e insellature come in questo caso dei monti della Tolfa*

no invece abbastanza frequenti sotto i 1.000 metri, nella fascia pertinente al castagneto da frutto (ora in regresso), con rare anche vaste, coltivate a cereali o tenute a prato, spesso su pendii sistemati a gradini dal ciglio erboso.

Lo stesso paesaggio montano si ritrova anche in catene secondarie preappenniniche, quando sono piuttosto elevate e costituite da arenarie (come il Pratomagno e l'Alpe di Catenaia); cambia invece quando si scende sotto i 500-600 metri, e non solo per diversità di clima e quindi di vegetazione e di colture. Nella costituzione delle basse pendici appenniniche e preappenniniche, che talora si risolvono in aggregati di colline, oltre all'arenaria intervengono altri terreni: notevoli masse di calcari marnosi chiari, che si manifestano per solito con rilievi di forme più massicce; "argille scagliose" o scisti argillosi di scarsa consistenza, che formano pendii più blandi e

flessuosi, valli aperte e larghe; modeste o piccole masse di "rocce verdi" si distinguono soprattutto per qualche spuntone sassoso e colori più foschi.

Pendici e colline di arenaria sono caratterizzate da una quasi continua alternanza di boschi e boschetti, per lo più diradati (di castagni e soprattutto di querce, o anche di pini e di cipressi), con i campi a coltura tipicamente promiscua. Questa associa l'olivo o la vite, o entrambi, in filari, sullo stesso campo col grano e secondariamente le piante foraggere, su pendii sistemati in terrazze sorrette da muri a secco.

Il popolamento denso si rivela chiaramente nella onnipresenza di case sparse o di villaggi. Vi è però, a questo proposito, una sensibile diversità tra la parte occidentale (Lunigiana, Garfagnana, parte del pistoiese) e quella orientale: nella prima prevalgono nettamente pittoreschi villaggi compatti, posti al sommo di alture e di

sproni; nella seconda le robuste e squadrate case coloniche si spargono dovunque e a esse si accompagnano, in un paesaggio agreste particolarmente vario, curato e ridente, molte vecchie ville signorili dalle chiare linee architettoniche, e chiesette isolate, solenni viali di alti cipressi e pini a ombrello solitari.

### **Il flysch dell'Appennino marchigiano-abruzzese**

Tra l'Appennino calcareo umbro-marchigiano a ovest e il massiccio del Gran Sasso a sud si incastona un triangolo montuoso, con un paesaggio assai differente dall'uno e dall'altro, benché le sue cime supreme s'innalzino oltre 2.400 metri, all'incirca come i Sibillini. Questo triangolo è costituito in prevalenza da arenarie in banchi e strati alternanti con marne. Potentemente sollevate da moti orogenici dell'era Terziaria, lungo fratture poderose, queste arenarie sono state modellate dalle acque in un paesaggio montuoso un po' monotono e tuttavia con tre aspetti abbastanza diversi.

La parte più alta (monti della Laga) appare imponente, poiché da lunghe creste, continue, con cime fra 1.700 e 2.450 metri (monte Gorzano, Pizzo di Sevo), si scende assai rapidamente per 1.000-1.500 metri di dislivello; profondi valloni la incidono, spesso imbutiformi alla testata. La roccia si mostra estesamente sugli erti fianchi di questi valloni o sulla fronte esterna della montagna, e appare come un'infinita gradinatura, segnata dagli strati arenacei appiattiti regolarmente per centinaia di metri. Ma il pendio opposto spesso cala uniforme e non ripido, prativo piuttosto che boscoso: la montagna presenta così una spiccata dis-





*Flysch costituito da arenarie alternate a marne: dintorni di Amandola (Ascoli Piceno). Ambiente collinare con disordinate ondulazioni e modeste incisioni torrentizie. Il paesaggio è quello tipico della coltura promiscua, con i campi che si allungano in genere secondo la linea di massima pendenza del versante. Rari i boschetti, che si trovano più che altro lungo i torrenti o in aree a pendenza troppo elevata per l'agricoltura*

simmetria, che dipende dalla giacitura degli strati.

Dove l'altitudine è modesta, 700-1.100 metri (a nord fin verso Amandola e a sud-est al margine del Gran Sasso), ci si aggira tra un groviglio di ondulate dorsali profilate quasi allo stesso livello, e separate da valli strette in cui scorrono incassati i torrenti. Anche qui sono frequenti i gradini della stratificazione, parzialmente velati da cedui radi e cespugliosi, richiamando il paesaggio dell'alto Appennino romagnolo.

Infine, a ovest (sino all'alta valle del Velino), la montagna, con sommità arrotondate a 1.300-1.500 metri d'altitudine, assume un aspetto morbido, non essendo l'erosione recente ancora risalita sin qui; e il terreno rimane per solito coperto dai prati, i boschi e le colture. In complesso, quasi un altopiano ondulato: e in mezzo a esso si aprono larghe conche (Montereale, Campotosto col suo lago artificiale).

I monti più elevati escono per qualche centinaio di metri d'altezza sopra il limite della faggeta (circa 1.800 metri), la quale domina a sua volta querceti misti, soprattutto cedui, o castagneti. I versanti di facciata e le sommità spesso ospitano, sui loro pascoli, greggi (da tempo in forte diminuzione). Anche nella bassa montagna l'allevamento ovino ha qualche importanza per gli abitanti dei numerosi ma quasi sempre piccolissimi villaggi e casali, siti talvolta a cavaliere di dorsali e di sproni, più spesso nelle valli; non nel fondo, ma su qualche ripiano o china meno ripida, ben alti sul torrente. Se ne trovano sino a 900-1.150 metri. Più grossi e compatti sono i centri abitati dell'altopiano, dove si spingono an-

che più su (1.400 metri).

Ma in complesso la popolazione rimane scarsa e va continuamente decrescendo: né potrebbe essere diversamente, con l'inverno freddo e assai nevoso, il poco suolo coltivabile (cereali, patate, meli), la vite poco redditizia e pur spinta fin sopra gli 800 metri, l'eccessivo frazionamento della proprietà di terre atte alla coltura, le comunicazioni non agevoli. Migliore appare la situazione in qualche aperto bacino (Amatrice), dove tra l'altro il paesaggio agrario, più esteso, si movimenta di chiusure, con siepi, muretti e staccionate.

In conclusione, nel corso dei secoli la catena appenninica, e in particolare l'Appennino centro-settentrionale, ha costituito un serio ostacolo per i collegamenti tra gli opposti versanti. Anche se le più importanti direttrici seguivano i grandi fondi vallivi tuttavia il superamento degli spartiacque principali e secondari ha continuamente costretto le strade ad adeguarsi alla loro complessa morfologia. La presenza, poi, di insediamenti ubicati, specie nel passato, in luoghi poco accessibili per motivi di difesa e sicurezza ha dato luogo a una serie di strade di arroccamento minore che hanno contribuito a rendere più complessa e articolata la rete delle comunicazioni appenniniche. Solo in anni recenti, dopo l'apertura della "direttissima" ferroviaria tra Bologna e Firenze, le grandi autostrade, da quella del Sole a quella della Cisa, hanno assicurato un rapido superamento della catena peraltro solo lungo alcune direttrici.

Inoltre, nonostante le indubbie risorse che poteva offrire la montagna appennini-

ca, il popolamento di queste terre fu sempre scarso e procedette, nel tempo, comunque con estrema lentezza. La penetrazione dell'uomo e la conquista delle alte valli seguirono le fasi dello sfruttamento forestale che portò, particolarmente tra l'XI e il XIII secolo, ma anche in tempi più vicini, alla deforestazione di vaste estensioni non senza conseguenze per la stabilità dei versanti, in specie nelle zone di predominio di rocce marnoso-argillose.

L'attuale paesaggio umano dell'Appennino riflette condizioni di decadenza delle attività agricole e dell'utilizzazione del suolo, mentre la montagna, sempre più spopolata, vede una nuova avanzata del bosco a spese dei vecchi pascoli e delle colture, intanto che la crescente costruzione di strade sembra facilitare più una penetrazione turistica, spesso guidata da interessi esterni a quelli della montagna e con essa contrastanti, che una effettiva integrazione dell'economia montana con quella dei territori limitrofi.

L'ambiente dell'alta montagna dell'Appennino centro-settentrionale conserva tuttora il fascino e le caratteristiche dei luoghi in cui la presenza umana non ha completamente trasformato i lineamenti dell'ambiente naturale, come negli alti crinali spazzati dal vento e dominati da distese di verdi pascoli lambiti dalle ultime propaggini delle foreste di faggi e di conifere.

L'uso accorto della risorsa "natura" potrebbe contribuire a un nuovo equilibrio tra uomo e paesaggio.

Infine, un cenno merita l'aspetto relativo all'uso delle arenarie come materiale da



costruzione. Il *macigno* fornisce un'arenaria a cemento calcareo-argilloso di colore grigio: queste arenarie sono usate, specialmente in Toscana, per la decorazione esterna; sono però soggette a sfaldarsi col tempo, specialmente a causa della loro notevole gelività. La *pietra serena* è un'arenaria di colore grigio-azzurro assai compatta e resistente, a cemento calcareo-argilloso. La *pietra forte* è un'arenaria a grana fine di colore grigio-giallastro e a cemento prevalentemente calcareo: essendo poco geliva, è più idonea del macigno per essere usata per gli esterni.

Queste arenarie furono usate, specialmente nel Rinascimento, per realizzare molti grandi monumenti: ad esempio la pietra serena fu usata nella cappella Pazzi e nella chiesa di Santo Spirito, a Firenze, per la decorazione interna. (g.g.)

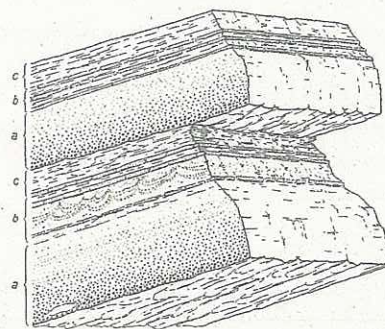
## Aspetti geologici

Queste rocce sedimentarie, che affiorano in Italia costituendo imponenti depositi di spessore a volte superiore ai 1.500 metri, derivano dai processi di smantellamento delle rocce continentali per opera delle acque superficiali e dall'azione di trasporto dei fiumi verso il mare. I materiali trasportati dai fiumi, soprattutto durante le piene, vengono scaricati in mare in prossimità delle foci dei fiumi. Queste aree di sedimentazione presentano generalmente pendenze lievi, regolari e continue, nella piattaforma continentale posta ai margini dei massicci antichi e dei bacini sedimentari a forti pendenze in corrispondenza delle catene montuose di formazione recente. Se vi è assenza di correnti marine notevoli

che possano influire sulla deposizione stessa dei materiali terrigeni, la corrente fluviale, allo sbocco in mare, non più contenuta dalle sponde, si allarga, rallenta e si disperde. Intorno alla foce si depositano le sabbie più grosse, più al largo le sabbie progressivamente più sottili, con deposizione a ventaglio, ancora più al largo le argille, che sono le ultime a precipitare. L'accumulo di materiali presenta spessori che vanno diminuendo verso il largo, dove giungono soltanto i materiali più fini.

Man mano che continua la deposizione di sabbie incoerenti, si arriva alla formazione di una scarpata sottomarina sempre più ripida. Il processo non può continuare indefinitamente: a un certo momento la scarpata raggiunge un angolo limite (angolo di attrito del materiale che si designa col nome di angolo di riposo), superato il quale per gravità si creano imponenti frane sottomarine di materiali sabbioso-argillosi in sospensione. Si originano onde di torbida, a elevata densità con velocità massima comprese tra i 15 e i 55 nodi, circa 27-100 chilometri l'ora; le correnti si propagano anche a grande distanza tenendo in sospensione sabbie più o meno grossolane, raggiungono e superano la base della scarpata e muovono verso le grandi distanze e profondità ipo-abissali.

Il fenomeno è accompagnato dalla risedimentazione dei materiali in sospensione anche a grandi distanze. L'equilibrio dell'accumulo su di una scarpata sottomarina può essere turbato da diverse cause tra le quali un terremoto, una marea di entità insolita, una burrasca eccezionale. Le rocce derivate dai materiali risedimentati dalle correnti torbide, dette appunto torbiditi o flysch, sono rappresentate dalla sovrapposizione di strati spessi da pochi centimetri a qualche metro (a volte anche alcune de-



cine di metri), costituiti da alternanze ritmiche di rocce diverse; costituiscono cioè una serie o pila di strati di materiali diversi che si alternano regolarmente per enormi spessori. Vi sono flysch costituiti da alternanze di strati di arenarie con marne, di arenarie con argille, di calcari con argille.

Nel presente articolo ci occuperemo di quei flysch costituiti da alternanze di arenarie e argille o marne. Tipiche formazioni "risedimentate" sono il *macigno*, la *pietraforte*, la "formazione marnoso-arenacea" romagnola.

## Sequenza di Bouma

Gli strati delle torbiditi sono disposti in una successione tipica denominata sequenza di Bouma, caratterizzata da una diminuzione di granulometria dal basso verso l'alto.

Tale sequenza è evidenziata comunemente nelle colonne stratigrafiche da una diminuzione di larghezza della colonna stessa che però generalmente rappresenta una sequenza ideale per la sua completezza, mentre esistono serie torbiditiche in cui essa è presente solo in parte. La sequenza di Bouma, così denominata dal ricercatore che per primo ne diede una descrizione ac-

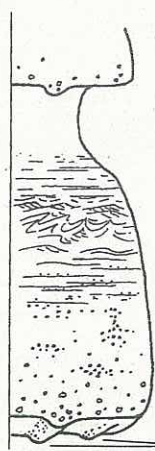


In alto. Schema della struttura di due sequenze ritmiche di una torbidite.

a) intervallo in cui i granuli sono "gradati", cioè classati secondo la velocità di caduta; b) intervallo con laminazione parallela dovuta a leggere correnti, con eventuali increspature; c) intervallo di deposizione del materiale più sottile

Controimpronte alla base di una sequenza ritmica in una torbidite. Il senso della corrente che le ha generate è indicato dalla punta della matita (foto L. Trevisan)





GRANULOMETRIA	INTERVALLI	CARATTERISTICHE	INTERPRETAZIONE
pelite	e	intervallo privo di strutture sedimentarie	Sedimentazione pelagica
arenaria fine e silt	d	delicate lamine piane e parallele	lenta decantazione dei sedimenti più fini
	c	lamine convolute, a ripples, ondulate	
arenaria	b	lamine piane e parallele	
arenarie	a	intervallo gradato spesso privo di strutture	

controimpronte alla base dello strato

curata, presenta un intervallo basale di arenarie (a), spesso di aspetto massiccio (privo di strutture sedimentarie), seguito da un intervallo di arenarie fini e silt (b), con lamine parallele, e da uno con lamine contorte e incrociate (c). Il quarto intervallo (d) è caratterizzato da delicata laminazione piano parallela mentre il quinto (e) da assenza di strutture sedimentarie, con granulometria molto sottile e costituito da argilliti siltose o marne.

### Strutture sedimentarie

Le formazioni flyschoidi presentano strutture sedimentarie che possono essere facilmente riconosciute nel corso del rilevamento geologico di dettaglio:

- **Stratificazione gradata (struttura primaria interna):** si ha quando in un'unità sedimentaria vi è una variazione della granulometria con frazioni più grossolane alla base e più fini al tetto. Strati gradati hanno alla base contatti molto netti con le unità sottostanti, spessori non grandi, assenza di laminazioni e rare strutture interne, a parte le gradazioni. Sono un carattere tipico delle torbiditi, più raramente si hanno in ambiente continentale. Si originano infatti in condizioni di sedimentazione tranquilla in acque profonde, entro ambienti a correnti costanti, in condizioni opposte a quelle che danno origine alla stratificazione incrociata;

- **Ripple-marks (struttura primaria interna sin-deposizionale, cioè contemporanea alla deposizione):** sono rappresentate da serie di creste e piccole fosse parallele; sviluppate sulla superficie di sedimenti clastici per il movimento di onde e correnti. Con dimensioni da pochi centimetri a svariati metri, si formano in acque sottili o di media profondità su sedimenti sabbiosi o sabbioso-siltosi incoerenti o quasi. La forma della cresta varia a seconda dei caratteri della corrente che regola la formazione del *ripple mark* o meglio del "treno" di *ripple marks*. Si possono avere creste dritte, sinuose, simmetriche, asimmetriche, linguoidi, a catena, a luna, legate alla maggiore o minore velocità della corrente e alle diverse profondità delle acque;

- **Load casts - controimpronte di carico**

(*strutture primarie post-deposizionali*): per fenomeni postdeposizionali si possono avere solchi e impronte parallele alla direzione del movimento della corrente, su sedimenti ancora non consolidati. Nello stadio finale di una corrente di torbida si ha lo sviluppo di *load casts* e in generale di impronte di carichi con le forme più varie, il cui sviluppo è controllato dal tipo di sedimento interessato. Si formano alla base di strati di materiale grossolano e denso che viene ad appoggiarsi su un sedimento idroplastico; hanno forma variabile, arrotondata, con prevalenza di forma concave verso l'alto, senza o quasi orientamento preferenziale in senso laterale;

- **Slump structures - strutture da scivolamento (strutture primarie sin-genetiche):** sono strutture da carico, rappresentate da piccole frane sottomarine originatesi per collasso gravitativo superficiale di sedimenti depositatisi su un pendio; da non confondere con deformazioni tettoniche, in quanto avvenute entro un bacino nel corso della sedimentazione. La giacitura si presenta disordinata per l'effetto di scivolamenti sottomarini avvenuti su superfici inclinate sotto l'azione della gravità; portano spesso a fenomeni di strizzamento e iniezione e alla formazione di "fiamme";

- **Burrow casts - gallerie di scavatori (strutture post-deposizionali):** sono corpi cilindrici dovuti al riempimento sabbioso di cavità post-deposizionali, lasciate da organismi che si scavano un passaggio al contatto tra un deposito fangoso e uno sabbioso sovrastante (interfaccia sepolta). Le gallerie si incrociano variamente e presentano interruzioni più o meno frequenti: queste ultime possono indicare sia l'effettiva cessazione dell'attività fisiologica di un certo individuo, sia la risalita entro il sedimento sabbioso;

- **Groove casts - controimpronte di rimbalzo e di rotolamento:** costituiscono solchi lineari o discontinui di trascinamento e di rotolamento, con forme di impronte lineari e continue, dovuti all'azione di rimbalzo o saltellamento (impatto) di oggetti.

- **Flute casts - controimpronte di erosione:** la base degli strati di arenarie o peliti,

nella parte inferiore, mostra segni di rilievo (corrispondenti a calchi o riempimenti di docce d'erosione lobate);

- **Mega ripples - increspature lunghe:** si distinguono per la lunghezza d'onda elevata (superiore a 60 centimetri) e per il profilo generalmente asimmetrico (effetto di corrente).

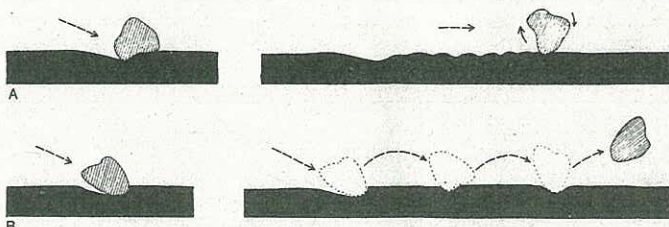
### Tettonica

Le torbiditi costituiscono formazioni molto potenti ed estese nell'Italia centrale, con caratteri litologici, sedimentari e petrografici relativamente poco variabili. Nell'Appennino settentrionale e centromeridionale, durante l'Oligocene medio-superiore e il Miocene, si depositarono diverse unità flyschoidi molto estese e con grandi spessori.

Nell'Appennino settentrionale, nel dominio toscano l'area di affioramento delle serie torbiditiche si estende dall'Appennino parmense fino a sud del Trasimeno, con spessori che si aggirano sui 1500-3000 metri. Formazione tipica rappresentativa di queste torbiditi è il *Macigno*, costituita da potenti strati arenacei grigio-acciaio al taglio fresco, ocra all'alterazione, gradati e massicci, con granulometria basale da grossolana a media, talora microconglomeratica. La formazione del Macigno si è sedimentata in una ampia fossa oceanica posta ai margini di una terra emersa costituita dalle Alpi occidentali. Durante la fase di corrugamento, alcuni milioni di anni più tardi, questa formazione geologica ha subito vicende tettoniche che hanno piegato e fagliato gli strati fino a portarli all'emersione e a costituire parte dell'ossatura dell'Appennino.

Analoghe vicende a quelle subite dal Macigno si ripeterono anche per altri periodi geologici successivi e in altre regioni, come per esempio nell'Appennino umbromarchigiano dove affiora il cosiddetto complesso Marnoso-arenaceo. Le successioni torbiditiche si accumularono in una serie di bacini generati dalla migrazione verso est dell'avanfossa appenninica. Tutti i bacini individuati mostrano un'evoluzione nel tempo da una fase iniziale di avanfossa

a una fase finale di bacino satellite (*piggy back*) con minori apporti. In generale si può dire che le grandi formazioni detritiche in ambiente hanno un significato particolare per le ricostruzioni paleogeografiche, perché ci permettono di riconoscere e datare avvenimenti geologici importanti, come il corrugamento e l'emersione di nuove terre. (I.I.)



Sopra. Formazione delle impronte da rotolamento (A) e da rimbalzo (B)

In alto. Ideale sequenza completa (sequenza di Bouma) delle strutture che caratterizzano uno strato torbiditico (da: Guide geologiche della Società geologica)



## Fenomeni erosionali e geomorfologia

### Erosione selettiva

Nei membri prevalentemente argillosi dei flysch, possono essere generalmente più rilevanti i fenomeni di alterazione chimica, mentre nei membri lapidei la degradazione fisica svolge un ruolo predominante. Tale differente risposta ai mutamenti delle condizioni ambientali, insieme a caratteristiche meccaniche profondamente diverse, fa sì che le modalità e le velocità di erosione dei due membri tipici di una successione flyschoidale diano luogo a risposte morfologiche differenziate, che prendono il nome di erosione selettiva. Nelle rocce più facilmente alterabili, generalmente dotate anche di caratteristiche meccaniche più scadenti, l'erosione lascia forme residuali dolci, poco acclivi. Al contrario, nelle rocce poco alterabili e resistenti le velocità di erosione sono minori e le pendenze dei versanti risultano nettamente maggiori. Le conseguenti caratteristiche forme del suolo vengono dette anche "a denti di sega", con creste o parti di versante più acclivi costituite da rocce lapidee, insieme a selle e pendenze più dolci nelle rocce prevalentemente argillose.

### Impostazione del reticolo idrografico

I processi erosivi legati all'azione delle acque superficiali sono principalmente di tipo meccanico. Essi sono legati alla capacità di modellamento delle rocce in posto e di trasporto di detriti da parte di corsi d'acqua e sono condizionati dalla alterabilità chimica e dalla resistenza meccanica. Nelle rocce "tenere" l'erosione può essere molto rapida, per cui i segmenti fluviali possono approfondirsi velocemente; nelle

rocce "dure", invece, l'erosione è generalmente molto più lenta e legata alla eventuale preesistenza di fratture e faglie e alla solubilità delle rocce stesse. Nei paesaggi caratteristici dei terreni flyschoidi il reticolo idrografico evolve di conseguenza, con formazione di nuove valleciole e impluvi, principalmente nelle rocce "tenere" (valli *susseguenti*), con l'abbandono di tronchi di valli in rocce "dure" (valli *morte*) e, infine, con deviazioni di valli per *cattura*.

### Modellamento dei versanti

I fenomeni erosionali prima descritti contribuiscono al modellamento dei versanti e all'evoluzione del paesaggio con il progressivo abbassamento dei rilievi e con il conseguente colmamento delle aree depresse. I materiali sciolti prodotti dalla disaggregazione e dall'alterazione delle rocce possono essere rimossi a opera della gravità e delle acque superficiali dilavanti. Nei terreni flyschoidi il modellamento dei versanti può avvenire secondo modalità molto diverse, a seconda della natura del flysch considerato. Laddove il flysch si comporta, alla scala del versante, come una roccia lapidea, intervengono i meccanismi di modellamento tipici appunto dei versanti in roccia lapidea. Tenuto conto di una relativa stabilità nel tempo delle condizioni tettoniche e climatiche generali che regolano i processi di fratturazione e disaggregazione della roccia e la formazione della falda detritica, il modellamento avviene secondo modalità che portano alla regolarizzazione del versante su pendenze conformi alle resistenze dei materiali e alle condizioni strutturali dell'ammasso roccioso. In generale, dopo la disaggregazione della roccia e la formazione del detrito, si possono verificare due casi:

a) accumulo alla base del materiale de-

tritico prodotto, che si dispone secondo l'angolo di riposo naturale; il versante è così costituito, nella parte alta, da roccia in posto, nella quale il fenomeno progredisce con maggiore intensità, nella parte bassa da materiale detritico che protegge la roccia in posto, impedendone la degradazione; questo processo viene definito *recessione rettilineo-parallela*;

b) asportazione dei detriti prodotti dalla degradazione, qualora siano attivi processi di trasporto ai piedi del versante; in questo caso esso risulta costituito tutto da roccia in posto. Tale morfologia è nota come *versante di Richter*.

Durante il processo di regolarizzazione, in conseguenza di eventuali disomogeneità dei terreni flyschoidi, possono anche avvenire distacchi di grossi blocchi di roccia e anche *flussi* e *valanghe di detrito*.

Laddove viceversa i terreni flyschoidi si presentano prevalentemente argillosi, come in Italia meridionale, prevalgono i fenomeni di modellamento tipici delle argille, con una maggior tendenza alle frane piuttosto che alla regolarizzazione vera e propria. Il modellamento dei versanti in litotipi prevalentemente argillosi può essere ricondotto a vari fenomeni e, molto spesso, il confine tra modellamento areale e fenomeni franosi può essere anche sfumato.

Il *soliflusso* e il *soil creep* rappresentano esempi di modellamento areale.

Il primo, tipico appunto dei suoli ricchi di limo e argilla, non richiede forti pendenze del versante. Per imbibizione di questi materiali in seguito a piogge e per effetto della gravità, si hanno spostamenti differenziali verso il basso nell'intero versante; su quest'ultimo si manifestano tipiche forme "a lobi".

Il *soil creep* si esplica con velocità estremamente ridotte, tanto che tale fenomeno

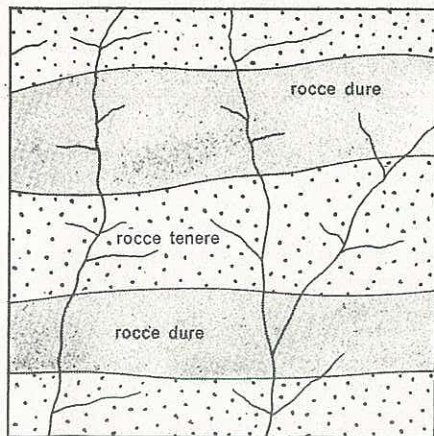
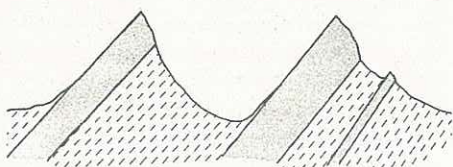
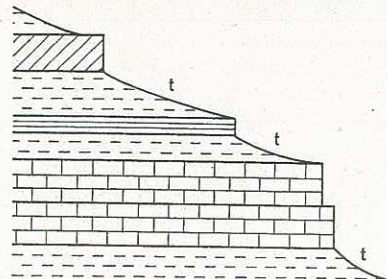
Sotto. Versante a gradinata, con pareti e cornici dove affiorano le testate dei banchi più duri; ripiani o terrazzi di denudazione (t) in corrispondenza all'esposizione degli strati di rocce tenere

In basso a sinistra. Rilievi monoclinali di tipo bogback (su strati duri e teneri molto inclinati)

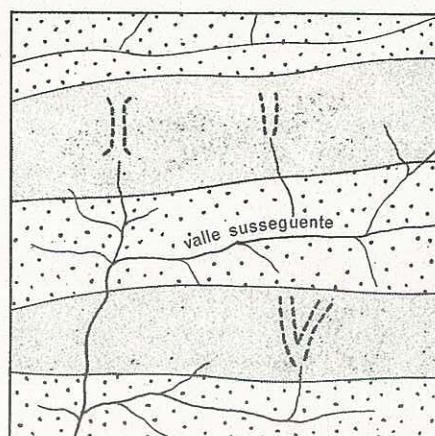
Formazione di valli susseguenti per erosione (schema).

1) L'erosione è agli inizi, le valli sono poco incise; 2) l'erosione è ormai avanzata, le valli

sono profonde, ma si sono sviluppate soprattutto nuove valli in rocce tenere, anche con fenomeni di cattura a danno di valli preesistenti. Restano tronchi di valli morte a indicare elementi relitti della rete idrografica precedente

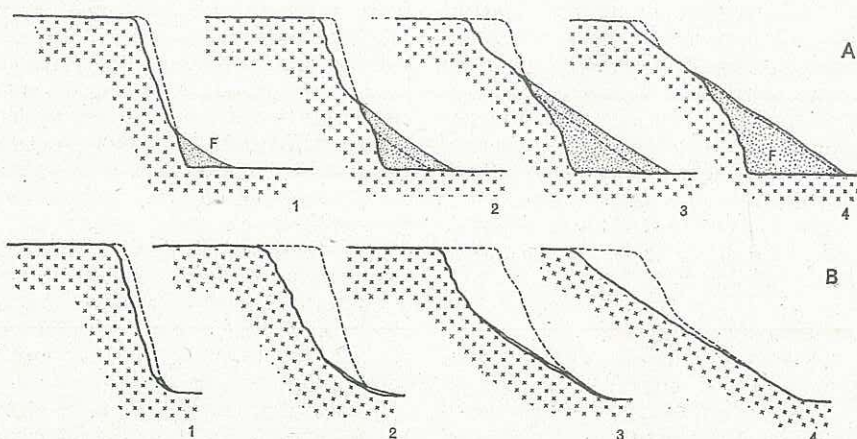


1



2





*Evoluzione di una parete rocciosa fino alla formazione di un versante regolarizzato. A. Caso di seppellimento sotto una falda detritica (F); B. caso in cui siano attivi processi di trasporto al piede della parete, che impediscano l'accumularsi della falda detritica*

viene considerato "strisciante". Esso è dovuto a movimenti parziali della parte più superficiale e alterata della roccia frammentata a terreno uniformato, generati soprattutto da forti escursioni termiche e dalla diversa imbibizione delle rocce. Entrambi i fenomeni, in alcuni casi, evolvono a frane.

### **"Geotecnica" e frane**

Il comportamento dei terreni flyschoidi nei confronti dei fenomeni franosi può essere estremamente vario. Secondo la natura del flysch considerato ci si può trovare, a un estremo, in presenza di versanti in rocce prevalentemente lapidee, che possono dimostrarsi essenzialmente stabili pur in presenza di forti pendenze; all'altro estremo possono essere considerati flysch, come le Argille Varicolori (note anche come argille "scagliose"), molto diffuse nel Mezzogiorno d'Italia, i quali presentano un comportamento particolarmente infido in relazione alle condizioni di stabilità di versanti anche molto poco acclivi. Tale comportamento deriva, per grandi linee, dalla estrema caoticità del loro assetto giaciturale e dalla predominanza dei termini argillosi, dotati di caratteristiche "meccaniche" scadenti.

### **I fenomeni franosi nei flysch prevalentemente argillosi**

Si può affermare che i fenomeni franosi nei flysch prevalentemente argillosi sono legati essenzialmente a variazioni di pressioni totali e/o neutre che avvengono velocemente rispetto alla permeabilità in grande dei terreni, con conseguente impossibilità che avvengano altrettanto rapide variazioni delle pressioni effettive e conseguenti variazioni delle resistenze.

I fenomeni franosi che più frequentemente si sviluppano in questo tipo di terreni, detti nella letteratura geotecnica forma-

zioni strutturalmente complesse, si possono distinguere in:

a) frane di primo distacco, se vanno a interessare versanti che in precedenza non erano stati interessati da altre frane;

b) frane riattivate o attive, se si manifestano di nuovo dopo un periodo di quiescenza o se sono addirittura in atto da tempo, generalmente con movimenti lenti ma spesso con fasi di movimenti accelerati.

Nel primo caso i fenomeni hanno luogo quasi sempre inizialmente con le modalità dello scorrimento rotazionale o dello scivolamento traslativo.

Gli scorrimenti rotazionali sono tipici di terreni flyschoidi prevalentemente argillosi, che si dimostrano relativamente omogenei alla scala del versante. Avvengono (nel caso di frane di primo distacco) lungo superfici di neoformazione, concave verso l'alto e più o meno regolari, in ragione di una relativa omogeneità litologica alla scala del versante.

Gli scivolamenti traslativi avvengono di solito lungo superfici preesistenti, stratigrafiche, tettoniche, carsiche ecc. Si verificano quindi, in ragione di un assetto stratigrafico-strutturale nel quale sono riconoscibili, sempre alla scala del versante, discontinuità e/o superfici di separazione tra litotipi diversi.

Comunque, entrambi i fenomeni sono quasi invariabilmente governati dal comportamento della frazione argillosa e avvengono per variazione delle pressioni neutre e/o per evento sismico; a causa dell'intenso rimaneggiamento conseguente ai primi spostamenti, tali fenomeni molto spesso evolvono rapidamente verso i colamenti.

I colamenti sono movimenti essenzialmente di flusso, la cui caratteristica principale è quella di essere relativi a masse relativamente viscose che, per effetto della gravità, si muovono sul versante con velocità dipendenti dall'acclività dello stesso e dal contenuto d'acqua dell'insieme.

I fenomeni di colamento spesso coinvolgono aree vastissime, tanto da produrre talvolta rilevanti modificazioni morfologiche sul territorio. Nell'Appennino meridionale un esempio è la frana di Brindisi di Montagna, che ha coinvolto il Flysch Rosso del

complesso di Lagonegro, formato da alternanze di calcari marnosi, marne e argille, cui sono sovrapposte tettonicamente Argille varicolori; il fenomeno ha raggiunto valori massimi di velocità di 60 centimetri al giorno, provocando notevoli danni. I corpi franosi di colamento, in conseguenza soprattutto di periodi particolarmente piovosi, possono assumere il carattere di colate, molto veloci e spesso catastrofiche.

Nel secondo caso (fenomeni franosi quiescenti e attivi) le frane avvengono, o sono in atto, in materiali che hanno perso, in occasione dei movimenti connessi alla frana primigenia, quelle resistenze connesse a seppur deboli legami diagenetici e/o a strutture di incastro nei termini più francamente lapidei. Esse si presentano quasi invariabilmente sotto forma di colamenti più o meno evoluti ed estesi.

Dal punto di vista geotecnico è fondamentale la distinzione sperimentale, per le due tipologie di fenomeni, di una resistenza (drenata e/o non drenata), detta di picco, relativa al materiale intatto, comprensivo dei legami diagenetici e/o di struttura, rispetto a una resistenza residua, più bassa della prima e relativa a un materiale rimaneggiato nel quale quei legami si sono persi a causa del processo deformativo.

Si aggiunga, nei terreni flyschoidi a giacitura caotica e fessurata, ai casi di frane di primo distacco da un lato e riattivate o attive dall'altro, il caso del passaggio senza soluzione di continuità da un versante non interessato da frane a uno con frana/e in atto, a causa della tendenza degli orizzonti più superficiali ad assorbire rapidamente le acque di infiltrazione attraverso le fessure, con rigonfiamento e rammollimento. In questi orizzonti sono molto frequenti i fenomeni di soliflusso e il passaggio da questi, con deformazioni via via più intense e localizzate, a veri e propri fenomeni franosi per colamento, per i quali può non rinvenirsi una zona di distacco congruente con i volumi di terreno in frana.

### **Interventi su frane potenziali o in atto**

Qualora un versante in terreni flyschoidi prevalentemente argillosi insista su un'area nella quale vi sono o sono previsti insediamenti o infrastrutture, è fondamentale valutare le condizioni di stabilità di tale versante. A tal fine è preventivamente necessario ricostruire, con il maggior dettaglio possibile, l'assetto litologico, giaciturale-strutturale, geomorfologico e idrogeologico. Ciò per individuare volumi di terreno dal comportamento "geotecnicamente" omogeneo. Per ciascuno di questi volumi di terreno è necessario procedere alla valutazione sperimentale delle caratteristiche meccaniche di ciascun litotipo, tanto in termini di resistenza drenata che non drenata, generalmente di picco. Parallelamente, è necessario procedere alla misurazione in sito delle pressioni neutre, tramite apparecchi (piezometri "Casagrande" o "a cella") posizionati in vari punti e a diverse profondità nell'ambito della massa di terreno og-



getto di studio, per tempi necessariamente lunghi (ordine di grandezza dell'anno).

Una volta schematizzato il volume di terreno interessato, assegnate le relative caratteristiche meccaniche e ricostruiti il regime delle pressioni neutre e le sue variazioni nel tempo, si può procedere alle opportune verifiche di stabilità all'equilibrio limite. Tali verifiche forniscono un ambito di coefficienti di sicurezza, cioè di rapporti tra resistenze e forze agenti nel versante. Tali coefficienti, se il versante non è e non è mai stato in frana, devono risultare significativamente superiori all'unità, perché un coefficiente pari all'unità significa condizioni di equilibrio limite, ovvero rottura del versante. Se il minimo coefficiente di sicurezza ragionevole dovesse risultare troppo prossimo all'unità, è necessario progettare e realizzare su quel versante opportune opere volte all'aumento del coefficiente di sicurezza. Anche se è presumibile che un versante che sia stabile da lungo tempo sia già in condizioni drenate, può essere necessario fare in modo da far diminuire al suo interno le pressioni

neutre. Così facendo, si diminuirà anche la probabilità che in esso si vengano a instaurare transitoriamente sovrappressioni neutre. Lo scopo si può raggiungere con opere di drenaggio, tipicamente costituite da fori, pozzi, gallerie e trincee drenanti. La densità e la combinazione di questi vari tipi di opere va ovviamente valutata caso per caso. Non è necessario che da queste opere di drenaggio fuoriescano importanti quantità d'acqua; anche "gocce" d'acqua possono significare significative variazioni delle pressioni neutre, da osservare mediante i piezometri precedentemente installati.

È da tener presente, comunque, che il drenaggio provocherà delle variazioni di volume della massa di terreno, e le deformazioni conseguenti devono essere tenute eventualmente in conto.

Qualora la potenziale instabilità non sia da ricondurre a un problema di pressioni neutre, saranno da valutare rimodellamenti del versante che provochino appesantimenti della sua parte bassa e/o alleggerimenti della sua parte alta.

Su frane quiescenti o in atto (sempreché ragionevolmente lente) ovvero su versanti nei quali si sia raggiunto, in passato o correntemente, un coefficiente di sicurezza pari all'unità considerando le resistenze residue, oltre a tutto quanto già esposto, saranno da valutare anche le opere di sostegno. Queste, nella forma di muri, paratie, tiranti attivi e passivi, gabbionate ecc., forniscono un contributo, oltre che in termini di modificazione dello stato di sollecitazione, anche in termini di vero e proprio aumento di resistenza. Queste opere, in terreni prevalentemente argillosi, sono virtualmente sempre da accoppiare a opere di drenaggio. Inoltre, è opportuno che, data la natura delle deformazioni di questi terreni, le opere abbiano una deformabilità tale da permettere piccoli spostamenti senza degradazioni della loro funzionalità; in altre parole, opere di sostegno "rigide" mal si sposano con le frane in materiali argillosi.

### Cartografia tematica previsionale

Nel paragrafo precedente si è fatto cenno alle verifiche di stabilità all'equilibrio limite. Esse rappresentano una metodologia di investigazione del rischio a franare di tipo puntuale e deterministico, interessandosi ogni volta di un singolo versante, del quale

bisogna arrivare a conoscere tutta una serie di dati specifici; Inoltre, tali verifiche avvengono tipicamente nelle due dimensioni che identificano il piano nel quale giace una sezione verticale del dato versante. Le verifiche di stabilità all'equilibrio limite non permettono quindi, intrinsecamente, un approccio territoriale al problema del rischio di frane in una data area, mentre possono essere insostituibili nello studio dei casi singoli.

L'approccio territoriale può essere affrontato facendo uso di modelli geomorfologico-evolutivi che, attraverso l'analisi, il confronto e l'eventuale indicizzazione di carte tematiche di base quali, tipicamente, una carta geolitologica, una carta delle pendenze, una carta geomorfologica, una carta delle frane, una carta delle giaciture, una carta dell'uso del suolo, una carta delle isoiete (curve che delimitano aree sulle quali, genericamente, cade la stessa quantità di pioggia), una carta idrogeologica ecc., forniscono una suddivisione del territorio studiato almeno in tre classi: aree stabili, aree instabili e aree a incerta stabilità. Metodi diversi hanno poi proposto, attraverso la citata indicizzazione delle classi relative a ciascuna carta tematica, di giungere a una suddivisione del territorio studiato mediante una parametrizzazione in varie classi di "stabilità" o di "rischio di franare".

È da tenere presente, comunque, che tutte queste metodologie sono condizionate da un certo grado di soggettività e che molti degli aspetti che vanno a essere espressi nelle carte tematiche spesso non possono essere facilmente e obiettivamente espressi in termini di indici o parametri, anche se mediati.

Pur con queste limitazioni, recentemente si sta assistendo a un ritorno di interesse verso alcuni di questi metodi i quali, se rivisitati, si adattano molto bene a essere utilizzati nell'ambito delle metodologie tipiche dei sistemi informativi geografici (Gis, *Geographical Information Systems*).

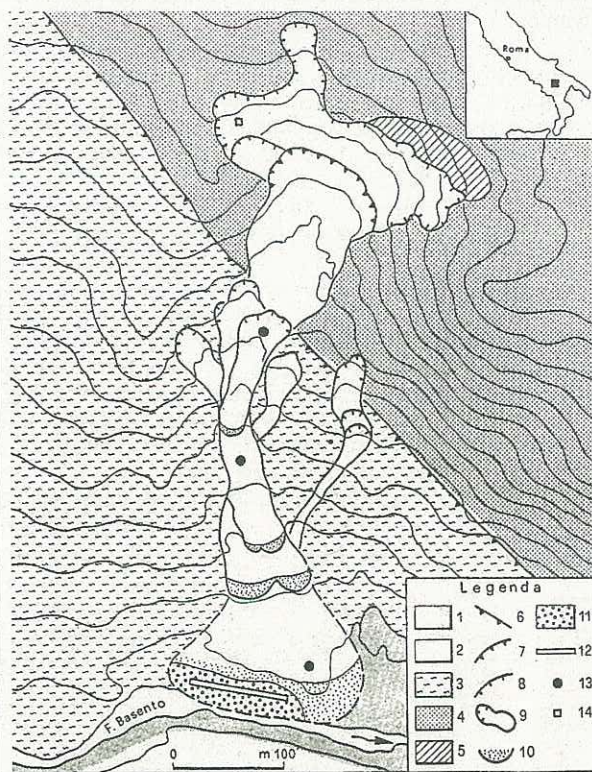
(s.p.z., r.p.)

## Idrogeologia

Le formazioni flyschoidi, quali la "mar-noso arenacea", hanno caratteristiche idrogeologiche sostanzialmente uniformi tanto da costruire un ben definito "complesso idrogeologico", noto in letteratura come "complesso dei flysch arenacei".

Tale complesso è costituito da terreni con litologia simile (si tratta prevalentemente di arenarie, di varia granulometria, più o meno coerenti e a volte cementate), che mostrano una comprovata unità spaziale e giacitura e che, soprattutto, sono caratterizzati da un tipo prevalente di permeabilità e da un grado di permeabilità poco variabile.

Il tipo di permeabilità nettamente prevalente è quello cosiddetto "per porosità"



Carta geologica e geomorfologica del colamento di Brindisi di Montagna (Pz): 1) depositi alluvionali recenti e attuali; 2) materiali di frana; 3) Argille Varicolori; 4) Flysch Rosso; 5) Galestri; 6) faglia diretta; 7) scarpata principale; 8) scarpata secondaria; 9) limiti principali della colata; 10) piede delle zone di accumulo; 11) zona di accumulo asportata artificialmente; 12) gabbionata; 13) sondaggio, piezometro, tubo spia per il rilievo della superficie di scorrimento; 14) pozzo (da Cotecchia ed altri, 1986; ridisegnata e semplificata in Frane e territorio di A. Vallario)



(l'acqua circola nei pori comunicanti presenti tra i granuli della roccia) e solo subordinatamente, nelle arenarie fratturate, è presente un tipo di permeabilità "per fessurazione" (in questo caso l'acqua circola preferenzialmente nei meati derivanti dallo stato di fratturazione della roccia).

Il grado di permeabilità di questo complesso idrogeologico è nell'insieme piuttosto basso così come bassa è l'infiltrazione efficace (quota parte delle acque meteoriche che sfugge ai fenomeni di evapotraspirazione e ruscellamento e si infila nel sottosuolo andando ad alimentare le falde idriche). Nonostante la bassa permeabilità esso mostra una buona capacità di immagazzinamento delle acque di infiltrazione efficace.

Nei flysch arenacei si può riscontrare una circolazione idrica sotterranea epidermica, diffusa e quantitativamente molto limitata, localizzata generalmente nei litotipi fratturati, è quindi a maggiore permeabilità, o nella coltre di alterazione superficiale, laddove questa risulta più sviluppata.

Lo strato di alterazione può ospitare una falda idrica in quanto dotato di una permeabilità più elevata rispetto alla roccia integra che funge da substrato poco permeabile e permette, pertanto, l'accumulo dell'acqua nel sottosuolo; la superficie superiore della falda (il pelo libero dell'acqua) mostra in questo particolare caso un andamento che segue sostanzialmente quello della morfologia esterna.

Le circolazioni epidermiche sono strettamente legate agli apporti meteorici e alimentano, in maniera discontinua, piccole emergenze sorgentizie o il flusso di base

(portata dovuta agli apporti delle acque sotterranee) di corsi d'acqua a regime stagionale (con piene invernali e secche estive).

Laddove i litotipi arenacei mostrano una tessitura più grossolana la capacità di immagazzinamento delle acque di infiltrazione diventa più elevata così come migliora la permeabilità d'insieme. Si possono avere in questo caso delle circolazioni idriche sotterranee meno epidermiche e più cospicue che alimentano, questa volta in maniera continua, il flusso di base di corsi d'acqua a regime perenne.

In conclusione i flysch arenacei, a parte qualche situazione locale, risultano generalmente poveri di acque sotterranee e vengono classificati tra i complessi sostanzialmente impermeabili.

Svolgono da questo punto di vista, dato il loro spessore e la loro estensione, un importante ruolo idrogeologico sostenendo le falde idriche, anche cospicue, contenute in terreni più permeabili a essi sovrastanti, quali ad esempio i terreni alluvionali, i travertini o i terreni vulcanici, e soprattutto tamponando lateralmente le imponenti circolazioni idriche sotterranee contenute nelle strutture carbonatiche dell'appennino. Tali circolazioni emergono con sorgenti con portate notevoli laddove la cintura impermeabile, costituita dai flysch arenacei o da altri complessi a bassa o nulla permeabilità, raggiunge le quote più basse. Un esempio classico di questa situazione, in Italia centrale, è quello delle sorgenti situate al piede della struttura carbonatica dei monti Simbruini e Ernici lungo la sponda destra della valle del fiume Liri. (a.c.)

## I suoli, i paesaggi agrari

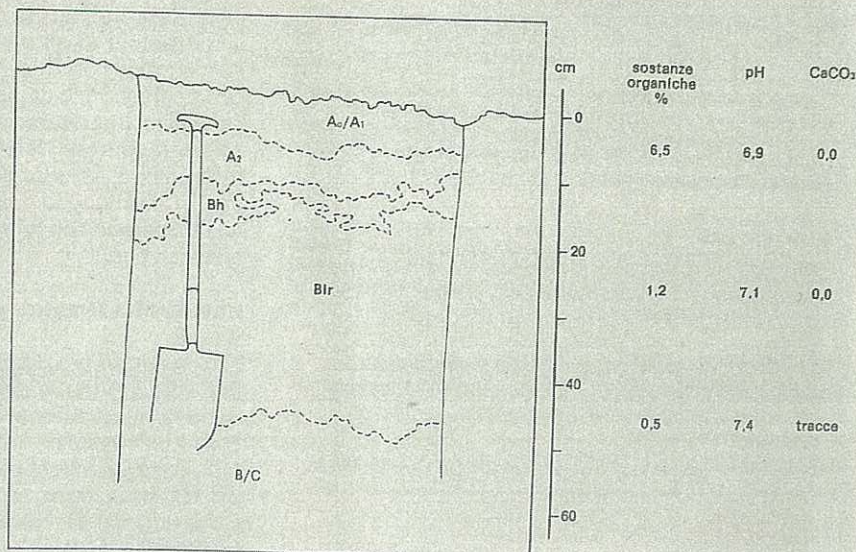
Dovendo individuare alcuni caratteri salienti dei suoli che caratterizzano i paesaggi italiani su flysch, è importante in primo luogo fare riferimento alla loro variabilità. Gli esempi forniti di seguito mostrano, tra l'altro, come le caratteristiche dei suoli che si sviluppano a partire da substrati arenacei-marnosi possano variare grandemente in funzione di molteplici fattori. Tra questi è possibile ricordarne alcuni, quali ad esempio la stabilità delle superfici in relazione ai processi morfodinamici, il tipo di uso del suolo e di copertura vegetale, le condizioni climatiche.

Dal punto di vista ecologico, particolare interesse riveste anche la capacità che questi suoli hanno di organizzarsi ed evolversi anche in condizioni morfologiche apparentemente non favorevoli purché adeguatamente protetti dal manto vegetale. Tale capacità gioca un ruolo importante in molte aree collinari e montane del nostro paese, interessate negli ultimi decenni da fenomeni di spopolamento e abbandono più o meno intensi. In queste situazioni, la ricolonizzazione dei coltivi abbandonati da parte di formazioni cespugliose e arboree si riflette in mutamenti apprezzabili dei suoli e delle forme di humus, con significativi miglioramenti delle qualità idrologiche ed edafiche del suolo.

Una breve rassegna dei suoli e dei paesaggi agrari del flysch può avere inizio dalle coste del Cilento, nella Campania meridionale. Qui il flysch costruisce parte del sistema dei rilievi collinari costieri, tra i quali spiccano i suggestivi promontori di Punta Licosa e Punta Tresino. Il paesaggio, pur brullo e desolato, è estremamente suggestivo. Il pascolo intenso e i frequenti incendi hanno distrutto per vasti tratti le formazioni boschive originarie.

I versanti a esposizione sud, molto acclivi, sono ricoperti ora dalla macchia mediterranea. Nei tratti di versante maggior-

*I suoli bruni nel nostro paese hanno un'importanza fondamentale, coprendo le stesse aree soprattutto nell'Appennino. Questo profilo è molto comune in Toscana, sulle arenarie della formazione del Macigno, sotto un ceduo di roverella, cerro, frassino, ecc. Il profilo, del tipo A, B, C con B in alterazione, mostra l'assenza di carbonato attivo, la reazione neutra, l'humus che decresce con la profondità. Il B si differenzia in un sottile suborizzonte umifero e in un orizzonte ricco di ferro (Ferrari-Sanesi)*





mente colpiti dal fuoco, anche la macchia scompare, sostituita da praterie ad ampelodesma, una elegante graminacea dai grandi cespi isolati e dalle caratteristiche infiorescenze. Il suolo è sottile a causa dell'intensa erosione, e assai povero in humus. Sui versanti settentrionali il bosco di caducifoglie xerofile è a tratti ancora presente. Nelle aree boscate i suoli, maggiormente protetti dall'erosione, sono moderatamente profondi: l'humus può accumularsi negli orizzonti di superficie, che appaiono dunque più evidenti; nell'orizzonte profondo possono iniziare a scorgersi le tracce di una riorganizzazione dei carbonati, in forma di concentrazioni soffici e concrezioni.

Il regime di umidità di queste aree, caratterizzato da un marcato deficit idrico nel corso della stagione estiva, condiziona fortemente il paesaggio agrario. Non stupisce allora che la coltura che meglio riesce ad adattarsi sia l'olivo, che, non a caso, ha il suo progenitore diretto in una delle essenze tipiche della macchia mediterranea: l'olivastro.

I rilievi su flysch del medio e alto Molise sono rappresentativi invece di ambienti collinari e montani sub-mediterranei, dove l'incidenza del periodo di aridità estiva è in qualche modo attenuata rispetto alle aree costiere considerate in precedenza. Il paesaggio agrario è caratterizzato da coltivi semplici (cereali, foraggiere), inframmezzati ad aree a pascolo e a bosco.

I suoli delle aree coltivate sono caratterizzati da una differenziazione del profilo debole o moderata, a causa dell'erosione superficiale, del soliflusso e dei movimenti di massa. Sono frequenti suoli minerali grezzi, con l'orizzonte lavorato che sovrasta direttamente il substrato marnoso stratificato.

Nelle aree a pascolo non eccessivamente degradate della collina molisana, i cotici erbosi proteggono efficacemente il suolo dall'erosione. L'accumulo di humus negli orizzonti di superficie può divenire rilevante e il loro spessore raggiungere i 20-25 centimetri. Gli orizzonti profondi possono essere caratterizzati da una riorganizzazione dei carbonati, presentando talvolta evidenze di saturazione idrica temporanea nel corso della stagione umida. La profondità di questi suoli è variabile, da moderatamente bassa a elevata, in funzione dell'affioramento di livelli arenacei cementati.

Nel territorio molisano, così come in molte aree interne dell'Italia centro-meridionale, molti coltivi abbandonati nell'ultimo quarantennio sono stati ricolonizzati dal bosco: in questi casi può essere osservata la formazione in atto di un orizzonte di superficie ricco in humus, con spessore variabile dai 4-5 fino ai 10-12 centimetri, che sovrasta un orizzonte profondo poco differenziato dal substrato.

In alcune aree a flysch dell'Appennino Toscano, caratterizzate da una copertura boschiva prevalente, è stata descritta una variazione significativa delle tipologie di suolo presenti, in funzione anche della litologia dei membri affioranti. Così ad esempio, in corrispondenza dei versanti su membri marnosi, sottobosco di roverella, prevalgono suoli a moderato grado di differenziazione del profilo, calcarei, a reazione subalcalina, scarsamente profondi. Sui membri arenacei, sottobosco di latifoglie mesofile, sono stati invece rilevati suoli moderatamente profondi, decarbonatati, parzialmente desaturati, a forte differenziazione del profilo, con orizzonti profondi interessati da accumulo illuviale di argilla.

Il modello pedogeografico messo a punto per i suoli dei rilievi su flysch del medio Appennino emiliano è caratterizzato, nelle sue linee generali, dall'alternanza nel paesaggio secondo modelli di distribuzione, talora molto complessi, di suoli a differente stadio di evoluzione. Così, suoli a maggior grado di differenziazione, più o meno decarbonatati, a volte parzialmente denaturati, sono presenti in corrispondenza dei tratti di versante caratterizzati da una maggiore stabilità morfologica e della copertura vegetale. Suoli minerali grezzi, con differenziazione molto debole rispetto ai substrati di partenza, occupano tipicamente i versanti maggiormente interessati dai processi erosivi.

In conclusione, quello dei suoli su flysch si presenta come un mondo articolato, complesso, che sembra sfuggire a semplificazioni eccessive. In questa articolazione e duttilità vanno probabilmente ricercate le ragioni della sorprendente capacità di recupero dimostrata da questi ecosistemi agricoli e forestali, largamente diffusi nel nostro paese, che rivestono sovente una rilevante importanza produttiva, paesaggistica e ambientale. (a.d.g.)

## I paesaggi naturali

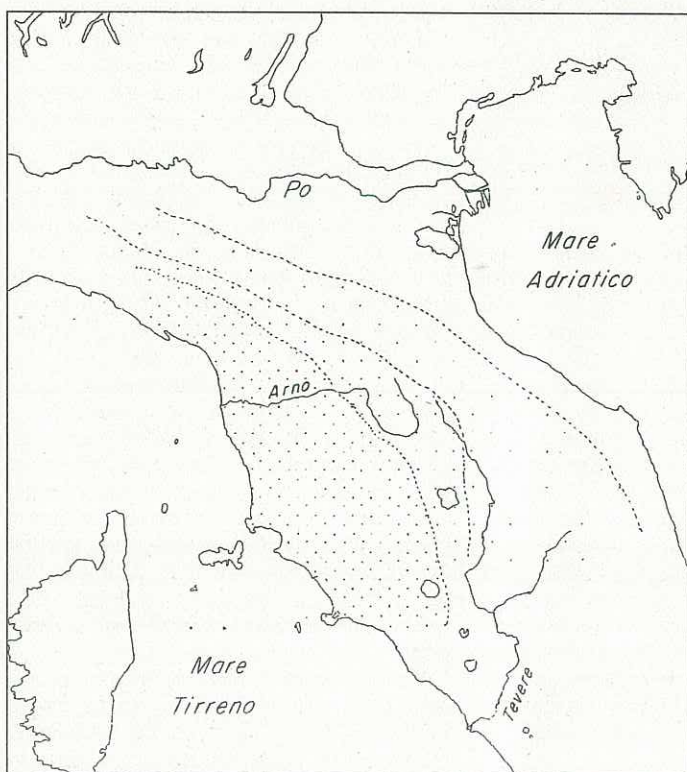
### La valle del Solano nel Casentino

Il torrente Solano è un affluente dell'Arno e scorre in una valle secondaria del Casentino, la conca intermontana nella quale si trovano le sorgenti dell'Arno.

In questa valle è tuttora ben rappresentato un paesaggio tipico della cosiddetta "società di montagna", un tipo di economia che si è sviluppata nel tardo medioevo, con l'espansione della coltivazione del castagno da frutto, in virtù della quale fu possibile il raggiungimento dell'autosufficienza alimentare anche nei territori montani. Il paesaggio della valle del Solano però non rappresenta tutte le possibili tipologie del paesaggio montano appenninico. Esso, infatti, costituisce l'esempio di una precisa situazione nella quale si sono avute condizioni ottimali per lo sviluppo di tale "cultura".

Gli elementi principali che hanno determinato lo sviluppo del tipo di paesaggio di questa valle sono: la presenza di un substrato geologico, non calcareo, in cui si poteva sviluppare la castanicoltura; un certo grado d'isolamento geografico rispetto alle città dominanti, per cui non sono stati imposti modelli produttivi e culturali direttamente determinati dall'economia "di città"; la conformazione del rilievo tale da non determinare dislivelli e distanze troppo grandi tra il fondovalle e le dorsali, che quindi erano raggiungibili dagli insediamenti nell'arco di una giornata.

In questa valle gli insediamenti sono piuttosto sparsi, disposti più o meno in posizione mediana rispetto alle varie risorse



La punteggiatura più fitta indica l'area nella quale è presente la formazione del Macigno e il suo limite verso est. Seguirono nel tempo altre due formazioni simili, dovute ugualmente a correnti di torbidità, indicate con punteggiatura più rada. I loro limiti orientali esprimono il senso della migrazione della fossa nella quale si incanalavano le correnti torbide



locali, con la fascia dei campi nelle parti più basse, il castagneto e gli altri tipi di bosco nella fascia intermedia e i pascoli nelle parti alte. Nelle condizioni morfologiche della valle, questo tipo di organizzazione rese quindi anche inutile la costruzione di insediamenti pastorali nei pascoli alti, visto che potevano essere raggiunti facilmente nell'arco di una giornata.

L'ecologia del paesaggio di questa valle è stata studiata approfonditamente da due ricercatori olandesi; qui vengono riassunti gli aspetti descrittivi principali e, più avanti, vengono illustrati gli effetti che hanno sul paesaggio i cambiamenti avvenuti nell'uso del suolo.

Il bacino del torrente Solano, di forma approssimativamente quadrangolare, è largo circa 100 chilometri ed è formato su uno spesso pacco di sedimenti torbiditici costituiti da un'alternanza di arenarie e argilliti, la formazione del Macigno che può essere distinta in due unità:

- una inferiore, più antica (Oligocene medio-superiore), denominata "Macigno del Chianti" (o semplicemente Macigno), costituita da arenarie quarzose; feldspatiche con calcite e fillosilicati alternate a livelli argillosi siltosi;

- l'altra, che ricopre la prima in successione stratigrafica, conosciuta come "Macigno del Mugello" (o anche arenarie di Londa), costituita da arenarie fini quarzo-feldspatiche e calcaree alternate a livelli siltosi marnosi. Localmente queste unità geologiche sono coperte da sedimenti argillosi alloctoni (rimossi meccanicamente e sovrascorsi dal sito in cui si sono formati per trasporto tettonico) riferibili alla formazione delle "Argille scagliose". Le unità geologiche del Macigno vengono considerate autoctone (cioè che non hanno subito trasporto tettonico dopo la loro genesi).

Il materiale iniziale per lo sviluppo degli ecosistemi può essere costituito da un substrato pedogenetico litoide o da uno non litoide. Si trova un substrato pedogenetico litoide sia nelle formazioni alloctone, "Argille scagliose", sia in quelle autoctone, rappresentate dal "Macigno del Mugello" e dal "Macigno del Chianti", che copre la maggior parte dell'area. Dal punto di vista mineralogico e petrografico i due tipi di Macigno sono piuttosto simili, ma piuttosto diversi dal punto di vista ecologico data la maggior quantità di calcare e calcite spatica e la più alta percentuale di argilliti pre-

senti nel Macigno del Mugello.

Per quanto riguarda l'erosione di massa, nell'area possono essere distinti i depositi di colamento (colate di terra, colate di fango, soliflusso), di reptazione (*creep*), di scivolamento (scoscendimento, scivolamento di detrito, scivolamento di roccia), di crollo e rotolamento (crollo di rocce) e di dilavamento (colluvionamento).

Più di metà dell'area è coperta da depositi di frane spessi almeno 2 metri. Si verificano tuttora inoltre colate di terra, scoscendimenti e scivolamenti.

Il sistema idrico sotterraneo è controllato dalla geologia, dal rilievo e dal clima. Le falde freatiche sono limitate ai fondivalle



*Il paesaggio del Macigno è spesso montano, con presenza di estesi boschi. Qui siamo nella Garfagnana, intorno a quota 1.000 metri: il primitivo bosco di faggio fu tagliato per fare posto a questo castagneto da frutto, coltura agraria più che foresta, e pertanto soggetta a terrazzamento; in questo caso i terrazzi sono sostenuti da muretti a secco fatti con gli strati dell'arenaria locale*

pianeggianti con uno spesso pacco di depositi alluvionali che complessivamente occupano una piccola parte dell'area. Nei versanti a reggipoggio del Macigno l'acqua può infiltrarsi negli strati di roccia e percolare lungo le fratture; questo porta alla frequente presenza di sorgenti nei versanti a franapoggio, in corrispondenza di discontinuità litologiche o di depressioni.

Le differenze climatiche nell'ambito del bacino del torrente Solano sono fortemente condizionate dall'altitudine. L'area è a quota troppo alta per poter avere un vero e proprio clima mediterraneo: le parti più basse hanno un clima submediterraneo, ulteriormente distinguibile in submediterraneo caldo e submediterraneo freddo, le zone più alte (al di sopra dei 1.000 metri slm circa) presentano invece un clima montano temperato-umido.

Dal punto di vista demografico, durante gli ultimi decenni, la popolazione attiva in agricoltura è diminuita in modo considerevole. La ragione principale di tale fenomeno è dovuta al fatto che progressivamente sono venute meno le basi economiche di varie attività, sia perché queste ultime richiedevano un impiego troppo elevato di manodopera, sia perché è fortemente diminuita la domanda di certi prodotti. Tra queste attività tradizionali le principali sono: la coltura mista su terrazzamenti (costituiti da stretti terrazzi con muri di pietra), la coltivazione di castagneti con il pascolamento di suini ed equini, la ceduzione del faggio per la produzione di carbone e l'allevamento di pecore sui pascoli montani con la migrazione stagionale verso pascoli di pianura, raggiungendo anche territori lontani nelle pianure costiere (la "transumanza").

Tutte queste attività tradizionali erano caratterizzate da un intervento diffuso a piccola scala, da una grande quantità di operazioni manuali o che impiegavano la forza motrice animale, quindi scarsamente meccanizzate, e da un uso del territorio che ne sfruttava in modo plurimo pratico ogni angolo.

La struttura del paesaggio quindi era fortemente controllata dall'agricoltura e dalla selvicoltura tradizionale. A causa dell'abbandono di queste attività, l'uso del suolo è cambiato: i pascoli e i campi, che si trovavano soprattutto su terreni terrazzati, sono stati abbandonati; l'attività commerciale delle carbonaie è virtualmente cessata, con la conseguente progressiva trasformazione del ceduo di faggio in alto fusto; i castagneti da frutto sono stati trascurati sempre di più e sono stati introdotti popolamenti forestali monocolturali, soprattutto conifere. Va però ricordato che questi ultimi sono stati per lo più interventi di rimboschimento antierosivo, che hanno interessato le parti alte della valle fortemente degradate dal precedente sovrapascolamento, e che questi interventi sono ormai cessati.

In conclusione, va rilevato che, in questo paesaggio, è in atto un fenomeno spontaneo di separazione tra "agricoltura" e "natura", mentre nel passato le aree agricole e quelle naturali erano completamente integrate.

Per contrastare questo processo, è necessario trovare nuove funzioni, anche economiche, ai diversi elementi del paesaggio. Questi tipi di paesaggio, infatti, stanno so-



pravvivendo come "relitti" di un'organizzazione economica e territoriale del passato. I pascoli d'alta quota, i boschi cedui per la produzione di carbone, i castagneti da frutto e la coltura mista su terrazzamenti sono gli elementi che caratterizzano questo paesaggio e, in configurazione diversa, molti altri paesaggi dell'Appennino toscano.

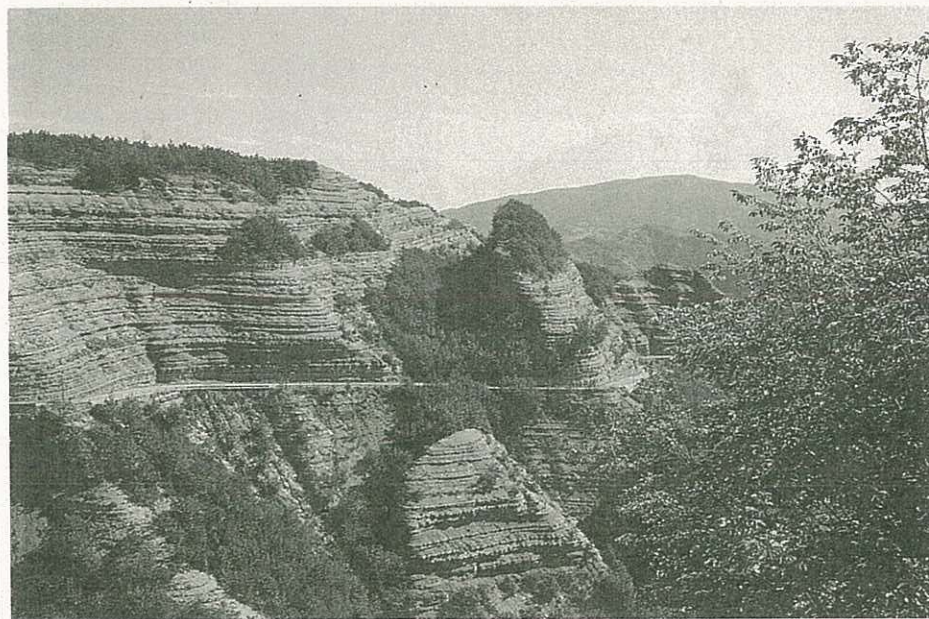
Da un punto di vista gestionale, in sintesi, si possono ricavare varie indicazioni. È necessario individuare modi nuovi per l'utilizzazione economica e quindi il mantenimento dei terrazzamenti; va rilevato ad esempio che, nel caso della valle del Solano, per essi la coltivazione di "alberi di

ricca di varietà biologiche vegetali e animali, in buono stato di uso e di conservazione. Una sua parte inoltre, la riserva di Sasso Fratino, è forse, nell'ambito regionale emiliano-romagnolo, il solo caso di complesso boschivo in situazione fisionomica-strutturale assai vicina allo stadio finale dell'evoluzione naturale di una formazione vegetale (*climax*).

La Foresta presenta quindi interessi scientifici di alta rilevanza, oltre a rispondere a esigenze di carattere economico e sociale: in primo luogo per fini di studio e di sperimentazione selvicolturale, in secondo luogo come modello di utilizzazione delle risorse ambientali e come area di

resta di Campigna-Lama è dominata dal gruppo del monte Falterona (1.654 metri), che emerge sulla catena di spartiacque appenninico come un massiccio dalle sommità arrotondate, ma dai versanti sovente ripidi e incombenti su valli incassate. Esso rappresenta la maggiore eminenza morfologica dell'Appennino settentrionale a oriente del Reno.

In particolare osservando una qualsiasi carta geologica di quest'area, ancor prima delle caratteristiche litologiche, l'aspetto che colpisce maggiormente l'osservatore è senz'altro quello relativo allo stile tettonico a pieghe sinclinali e anticlinali, tutte grosso modo parallele tra loro.



*Strada del Passo dei Mandrioli: le "Scalacce", così chiamate per la regolare alternanza di marne con arenarie. La formazione marnoso-arenacea, che si presenta qui in strati orizzontali, dà luogo a forme erte e accidentate. Questa immagine ormai classica è notevole oltre che per l'aspetto paesaggistico anche per come l'ingegneria stradale ha saputo impiegare a proprio vantaggio un fenomeno naturale: il tracciato utilizza i piani di stratificazione, allo scopo di ottenere una migliore stabilità del corpo stradale; nello stesso tempo l'opera umana passa quasi inosservata nel suggestivo scenario. Simili emergenze geomorfologiche danno una forte impronta al paesaggio e per questo vanno tutelate: ad esempio sarebbe fuori luogo sia un diverso tracciato stradale sia un rimboschimento, dal quale il fenomeno naturale verrebbe mascherato*

Natale" si sta mostrando una soluzione percorribile.

Deve essere mantenuta e sviluppata la pastorizia, nell'ambito della capacità di carico dei pascoli, al fine di mantenerli come elemento di diversificazione del paesaggio. Sempre per mantenere e aumentare la diversità biologica e scenica del paesaggio, è opportuno introdurre criteri di diversificazione nella gestione selvicolturale, sia nell'ambito delle tipologie forestali arboree sia nell'ambito di quelle arbustive e miste.

Va tenuto ben presente che, se non verranno individuate nuove funzioni alle varie componenti, in un futuro non lontano la loro configurazione, e quindi anche quella complessiva del paesaggio, avranno subito un cambiamento così radicale da determinarne la definitiva scomparsa. (r.r.)

#### **La marnoso-arenacea: la foresta di Campigna-Lama (Forlì)**

La Foresta demaniale di Campigna-Lama costituisce una delle formazioni forestali più estese e meglio conservate dell'Appennino toso-romagnolo e rappresenta un patrimonio paesistico di importanza regionale e nazionale. Essa è uno dei migliori esempi italiani di foresta coltivata,

ricreazione e di attrazione turistico-didattica. La Foresta di Campigna-Lama, pur con caratteri propri, non può essere considerata a sé stante, in quanto essa costituisce solo una parte di un più vasto corpo unitario che comprende anche le foreste di Camaldoli e di Badia Prataglia e che si inserisce nel quadro ambientale del monte Falterona e dell'area di crinale toso-romagnolo dal Passo del Muraglione al Passo dei Mandrioli.

Tale unità e continuità paesistica ha fondamenti naturali nei molti aspetti omogenei delle formazioni vegetali e fondamenti storici nell'appartenenza fino all'unità nazionale al Granducato di Toscana che ha adottato una sua particolare politica forestale. Anche in seguito, con la costituzione delle foreste demaniali, l'area di Campigna è stata inglobata in una sola unità amministrativa (foreste demaniali casentinesi).

L'importanza naturalistica della Foresta di Campigna deve essere vista alla luce e come prodotto di una storia secolare, che ha accomunato le foreste del Falterona e dell'alto Casentino. Tutta la zona rientra nella storia toscana, perché solo nel 1924 il confine regionale tra Emilia e Toscana fu portato in questo tratto sullo spartiacque.

Sotto l'aspetto geologico l'area della Fo-

Tra le strutture tettoniche più importanti vi è la dorsale del monte Falterona (appenninica principale) suddivisibile in due versanti, uno tirrenico e uno adriatico, dalla linea di sovrascorrimento Falterona-Trasimeno.

Questa linea di sovrascorrimento che separa due bacini di sedimentazione diversi, e quindi con diverse serie di terreni (serie toscana a ovest e serie umbro-romagnola a est), coincide con la linea di crinale che si sviluppa con direzione nord-ovest/sud-est al centro della dorsale del monte Falterona.

La Foresta di Campigna-Lama è situata per l'appunto in corrispondenza del crinale, nel versante adriatico, all'altezza del monte Falterona e si estende prevalentemente sui terreni della serie umbro-romagnola e in particolare della formazione "marnoso-arenacea" del Langhiano-Elveziano. Si tratta di una Formazione prevalentemente arenacea, risedimentata da correnti di torbida, la cui provenienza (indicata dai solchi dovuti alle correnti e sempre ben riconoscibili sulle superfici inferiori degli strati) è da ritenersi da nord-ovest. È definita litologicamente da alternanze ritmiche di arenarie quarzoso-feldspatiche micacee in grossi banchi, che si presentano sempre gradati, e marne, siltiti, argilliti, in



strati di dimensioni molto ridotte.

Tra le numerose caratteristiche della "marnoso-arenacea" possiamo citare l'estrema regolarità di stratificazione, sempre ben visibile e seguibile per chilometri, ma soprattutto la presenza di una enorme quantità e varietà di strutture sedimentarie.

Tra le più note possiamo citare:

- *Flute casts*
- *Groove casts*
- *Load casts*
- *Burrow casts*
- *Frane sottomarine*

La forma della dorsale del monte Falterona è asimmetrica in dipendenza di una giacitura a reggipoggio degli strati della Formazione "marnoso-arenacea" affioranti nel versante romagnolo. Questo fatto determina una morfologia molto aspra con pendii dirupati e fiumi fortemente incassati.

Frequenti sono le frane, di cui esistono testimonianze storiche fin dal XIV secolo. Tale situazione aumenta l'importanza di una costante salvaguardia geoidrologica del territorio. I corsi d'acqua nel territorio occupato dalla Foresta di Campigna-Lama sono tutti riconducibili al bacino idrografico del fiume Bidente (fosso Bidente delle Calle, di Corniolo, di Ridracoli). Tutti poco gerarchizzati corrono più o meno paralleli lungo la direzione di massima pendenza, in valli profondamente incise, con presenza di numerosi meandri incassati.

Da segnalare infine, nel versante toscano, sulla falda sud-ovest del monte Falterona, a 800 metri dalla vetta, le sorgenti dell'Arno.

(g.p.)

### I monti della Laga

Posti all'incontro tra l'Appennino umbro marchigiano e laziale-abruzzese, i monti della Laga sono limitati a nord dai Sibillini, a ovest dalla catena del Terminillo, a sud da quella del Gran Sasso. La dorsale della Laga, inizialmente disposta in direzione nord-ovest sud-est e quindi nord-sud, presenta una successione di cime che si sviluppano a quote superiori ai 2000 metri. Le maggiori elevazioni sono rappresentate da: Cima Laghetta (2.369 metri), Pizzo Moscio (2.411 metri), Pizzo di Sevo (2.419 metri), Cima Lepri (2.445 metri) e monte Gorzano che con i suoi 2.458 metri è la cima principale e la vetta più alta del Lazio.

In questo settore dell'Appennino centrale affiora, per uno spessore di oltre 3000

metri, una successione di arenarie (di colore giallastro in superficie) e argille (di colore grigio-piombo) nota col nome di "Flysch della Laga". Dal punto di vista geologico la formazione di età Messiniana (circa da 7 a 5 milioni di anni) è suddivisa in tre membri:

I) costituito da depositi prevalentemente arenacei, con banconi di arenaria di spessore superiore anche ai 20 metri, separati da sottili livelli argillosi. Sono presenti strutture basali del tipo controimpronte da carico *load casts*, e altre strutture sedimentarie quali lamine convolute. Molti strati arenitici sono amalgamati e mostrano nuclei tondeggianti sporgenti (le cosiddette bambole) dovute a centri di diagenesi pre-

di piroclastiti, che attraverso datazioni radiometriche risulta avere una età di circa 6 milioni di anni.

Attraverso lo studio delle strutture sedimentarie presenti è possibile risalire alla zona di provenienza dei flussi torbiditici che hanno un verso di scorrimento verso sud-sud-est con apporti secondari da ovest o da sud-ovest. In tutta la formazione si rinvencono, inoltre, impronte di resti vegetali, frustoli e sottili lenti carboniose.

L'assetto litologico e tettonico di questa formazione geologica rappresenta un elemento primario di controllo sull'evoluzione del paesaggio. I banchi di arenaria presentano, rispetto ai livelli argillosi, una maggiore resistenza all'azione degli agenti

atmosferici, il che determina una erosione selettiva che dà luogo a rilievi dalla morfologia piuttosto aspra (con gradini e ripide scarpate) separati da vallate fluviali aventi pendii acclivi.

Un altro fattore che influenza la fisionomia di questa catena montuosa è la giacitura degli strati che nel versante laziale sono disposti secondo una monoclinale (assetto di rocce regolarmente inclinate, senza pieghe) inclinata verso est. In questo settore dei monti della Laga è inoltre pre-

sente una faglia diretta (rottura delle rocce con spostamento rispettivo delle parti) lunga alcune decine di chilometri e con una dislocazione verticale di 1500-2000 metri. Parti della faglia sono visibili nella zona di Selva Grande. La faglia consente l'affioramento ai piedi del monte Gorzano, sul versante occidentale in questione, dei litotipi appartenenti alla formazione delle Marne con Cerrognina (del Miocene medio) che con le Marne a Pteropodi costituiscono il substrato dei depositi silicoclastici della Laga.

Tutti gli aspetti sopra ricordati (differente resistenza all'erosione delle arenarie e delle marne, giacitura degli strati, forma ed estensione della faglia) contribuiscono a modellare la morfologia complessiva dei versanti che si presentano notevolmente asimmetrici: con pendii più dolci quello orientale, ripido e poco esteso il versante occidentale. Su quest'ultimo le acque superficiali di ruscellamento danno origine a una serie di incisioni che corrono trasversalmente all'asse principale della catena. Sul fondo di queste incisioni scorrono alcuni torrenti localmente detti fossi. L'alternanza di rocce a diversa resistenza fa sì che



Tipico esempio di abitazione nell'amatriciano (monti della Laga), costruita con blocchi tagliati di arenaria

coce che hanno litificato il sedimento circostante;

II) è formato da un'alternanza continua di strati arenaceo-pelitici con intercalato un orizzonte gessifero della spessore di circa 10-15 metri. Questo livello, facilmente riconoscibile per il suo colore bluastrò e per la caratteristica alterazione superficiale e la presenza di risedimentazione, testimonia dell'ambiente di forte evaporazione marina che durante questo periodo geologico ha caratterizzato il bacino mediterraneo;

III) costituito da un'alternanza di strati arenacei a granulometria medio-fine e di argille marnose (materiali argillosi contenenti carbonato di calcio) grigio-azzurre, lo spessore degli strati è variabile tra i 10 e i 40 centimetri con predominanza delle peliti. Nella parte superiore contiene un orizzonte guida vulcanoclastico, a composizione riodacitica, costituito da bianchi livelli



questi corsi d'acqua presentino dei salti e delle cascate (cascate delle Barche e quelle della Volpara) spettacolari sia in primavera, per la portata d'acqua dovuta al disgelo, sia in inverno quando assumono toni magici per l'abbondante ghiaccio che le riveste. Il singolare aspetto dei fossi costituisce una delle maggiori attrattive naturalistiche dei monti della Laga.

La circolazione superficiale è alimentata da un gran numero di piccole sorgenti, ubicate in massima parte lungo l'incile dei corsi d'acqua in corrispondenza del contatto tra le bancate arenacee fortemente fratturate e i livelli argilloso-marnosi. Da queste sorgenti, poste lungo l'altopiano amatriciano, ha la sua origine il fiume Tronto. Il fiume presenta, dopo la piena primaverile, un periodo di magra estiva che, peraltro, non sarebbe così evidente se esso po-

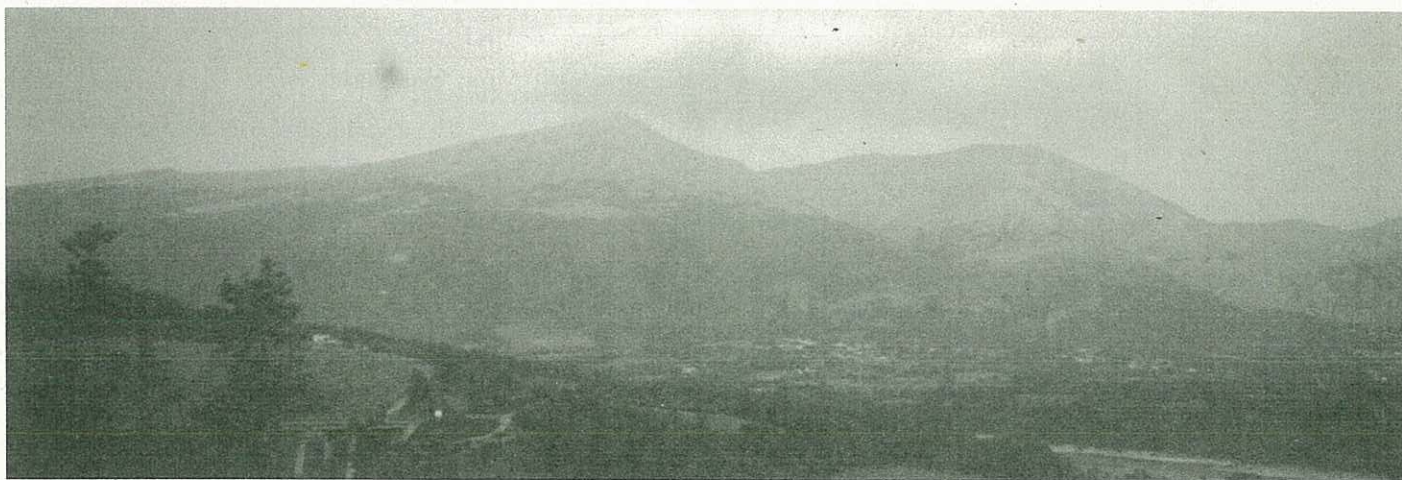
interessante il ritrovamento, in una di queste aree, di una stazione di betulla bianca (*Betula pendula*) che è da considerarsi un relitto della vegetazione forestale risalente all'ultima glaciazione che ha interessato l'Appennino fra 21.000 e 18.000 anni fa.

Le arenarie, presenti in grosse bancate nel flysch della Laga, hanno rappresentato, in passato, il materiale più usato per la costruzione delle abitazioni, che risultano così essere perfettamente inserite nel paesaggio. Essendo rocce molto compatte venivano infatti ricavate sul posto pietre da taglio per la produzione di blocchi squadrati per costruzioni edilizie in genere, per stipiti, soglie e gradini. Tuttavia, la tendenza di questi litotipi all'alterazione da parte degli agenti meteorici ha contribuito al pressoché totale abbandono dell'attività estrattiva.

ca del paesaggio, l'uomo con le sue opere o con il disinteresse che è tanto diffuso favorisce, agevola o addirittura determina, questi processi evolutivi.

Quando gli equilibri naturali sono stati alterati, indipendentemente dalle condizioni geologiche e morfologiche, i processi progrediscono con maggiore velocità. Tali processi richiedono interventi sempre più ampi e massicci quanto più avanzato è lo stato di dissesto: a nulla giova il singolo intervento o la parzializzazione delle opere

Monti della Laga: sullo sfondo il Pizzo di Sevo, in basso il bacino artificiale del lago di Scandarello



tesse ricevere completamente l'apporto delle numerose sorgenti perenni presenti sulla Laga. Il regime naturale del fiume è stato alterato dalla costruzione di due canali di gronda intorno agli anni '50, che hanno convogliato le acque delle sorgenti di alta quota verso il lago artificiale di Campotosto prosciugando il tratto inferiore dei fossi principali. Più a valle, parte delle acque del Tronto vengono immesse, con una galleria che attraversa la collina di Amatrice, nel lago artificiale di Scandarello.

L'abbondante disponibilità di acqua e la prevalenza dei litotipi arenacei, capaci di trattenerla, hanno favorito lo sviluppo di una copertura vegetale abbastanza costante e diffusa. Le pendici dei monti della Laga, a differenza delle altre montagne dell'Appennino centrale, si presentano verdeggianti e ricche di boschi. La copertura forestale, discontinua sul versante laziale, risulta più estesa sul versante adriatico dei monti della Laga. Per quanto riguarda il versante laziale infatti la forte pendenza e il maggiore impatto delle attività umane (collegate a una maggiore consistenza numerica della popolazione) hanno consentito la conservazione di importanti lembi di bosco (querceto misto, faggeta e castagne- to) solo nelle aree meno accessibili. Molto

Di recente, con la legge numero 394 del 1991 sulle aree protette, è stato istituito il Parco nazionale del Gran Sasso e dei monti della Laga. Si tratta di un provvedimento teso in primo luogo alla tutela ambientale, ma che potrà rappresentare una importante occasione di sviluppo ecocompatibile di questa area montana. (e.d.l.)

## Danni al paesaggio e criteri di prevenzione

### Ambiente naturale e difesa del suolo

Il clima e le caratteristiche geologiche della penisola italiana, e segnatamente dei rilievi, si prestano in maniera specifica favorevoli a produrre fenomeni di erosione e di dissesto idrogeologico. In particolare, nelle aree dell'Appennino dove affiorano terreni di natura flyschoidi si possono verificare, nel caso di intense precipitazioni atmosferiche, situazioni di instabilità che possono dar luogo a frequentissime frane. Queste provocano ingenti danni alle infrastrutture e ai centri abitati, oltre alla incalcolabile perdita di vite umane.

Di questa situazione sono notevoli le responsabilità da attribuire all'uomo in quanto, anche se i dissesti sono conseguenza della naturale evoluzione geomorfologi-

ca di bonifica, mentre è determinante un piano organico e globale di sistemazione e prevenzione dei dissesti. Questo piano non può prescindere da uno studio localizzato operativo che metta ben in evidenza, per ogni singola area, l'incidenza dei fattori naturali e umani.

Lo stato di dissesto prima delineato non permette una razionale utilizzazione del territorio senza un preventivo piano organico di interventi che consenta, successivamente, la programmazione dello sviluppo urbanistico e viario, in relazione anche alle esigenze economiche. Non è possibile ignorare, a tale proposito, la distruzione del paesaggio ripetutamente perpetrata, dove uno sviluppo urbanistico inconsiderato e opere di sbancamento enormi sembrano rispondere unicamente a criteri economico-utilitaristici e mai a considerazioni ambientali.

Sembra indispensabile attuare una programmazione non per aree amministrative, ma impostata sulle reali situazioni geologiche e morfologiche che influenzano i dissesti; è anche necessario che si prenda coscienza di un tale stato di cose che ha comportato fino a ora non solo danni economici, ma anche la perdita di numerose vite umane. Non è possibile parlare sempre di fenomeni imprevedibili o comunque legati





Distribuzione in Italia del  
flysch arenaceo-marnoso

a eventi meteorici eccezionali anche perché se è vero che l'uomo non può impedire tutto, è altrettanto vero che può tecnicamente prevedere molto.

È bene tenere presente che ogni azione umana tende comunque a modificare nell'ambiente il ritmo e la successione degli eventi naturali e che tali modificazioni risultano il più delle volte irreversibili. L'elevato incremento demografico e un evidente fenomeno di conurbazione hanno portato, nel giro di pochi decenni, a profonde trasformazioni in queste plaghe dove, per le sfavorevoli condizioni geomorfologiche, sarebbe stato più che altrove necessario valutare il "rischio geologico" di ogni intervento umano.

La difesa del suolo dovrebbe essere intesa come conservazione dell'ambiente in cui l'uomo vive e opera e che costituisce il suo habitat naturale. Questo habitat va conservato e protetto dalle calamità naturali che hanno le loro origini nei fattori geomorfologici e climatici, ma che l'opera dell'uomo, nel corso dei tempi, ha reso più gravi ed estese. Uno sviluppo programmato non può prescindere da questi problemi di geologia dell'ambiente e gli interventi che si effettueranno dovranno essere efficaci nel tempo e nello spazio, evitando soluzioni incomplete che potranno rivelarsi non solo inutili, ma addirittura dannose.

L'elevata densità degli insediamenti e

delle infrastrutture rende quasi sempre disastrose le conseguenze dei fenomeni franosi che direttamente o indirettamente interferiscono sulle attività economiche. Ciò rende indispensabile e urgente la revisione critica dei modelli di sviluppo adattandoli alla pluralità dei fattori ambientali e alle esigenze sociali ed economiche locali, viste in un piano di sviluppo regionale che preveda ruoli e modalità per le singole zone. Infatti non sono più sufficienti gli sforzi non coordinati che vengono effettuati dagli enti più svariati per organizzare una effimera difesa del suolo, laddove i pubblici poteri sono destinati a rimanere inoperosi di fronte agli stessi problemi.

Uno degli aspetti fondamentali in materia di difesa del suolo può essere rappresentato dalla realizzazione di apposite cartografie tematiche del rischio da frana, che consentono di conoscere preventivamente la propensione a franare di porzioni del territorio, per poter successivamente impostare corrette scelte programmatiche. L'uomo non può ulteriormente presumere che il progresso tecnologico gli consentirà di risolvere tutti i problemi dell'ambiente ma deve prendere coscienza che potrà sopravvivere soltanto se lavorerà insieme con la natura e non contro di essa.

(a.v.)

Coordinamento a cura di:  
Giuseppe Gisotti, Eugenio Di Loreto

## BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 1992 - *I sistemi territoriali della Comunità montana Alto Mugello - Val di Sieve*. Regione Toscana, Dipartimento Agricoltura e Foreste, Firenze

AA.VV., 1993 - *Un sistema informativo territoriale per la gestione delle aree a pascolo del territorio della regione Molise*. Genio rurale, n.6, Edagricole, Bologna

Benedini M., Gisotti G., 1993 - *Il dissesto idrogeologico. Cause, effetti e interventi a difesa del suolo*. La Nuova Italia Scientifica, Roma

Castiglioni G.B., 1992 - *Geomorfologia*. Utet, Torino

Filippi N., Sbarbati L., 1994 - *I suoli dell'Emilia Romagna. Note illustrative*. Grafiche Zanini, Bologna

Gabrielli A., Settesoldi E., 1977 - *La storia della foresta della Casentinese nell'archivio dell'opera del Duomo di Firenze dal secolo XIV al XIX*. M.A.F., Collana verde, n. 43, Roma

Gisotti G., 1988 - *Principi di geopedologia*. Calderini, Bologna

Guida M., Iaccarino G., Vallario A., 1974 - *Ambiente naturale e politica del territorio nel mezzogiorno*. Pubbl. 136, Ist. di Geol. e Geof. Univ. di Napoli

Istituto per i beni artistici, culturali, naturali, della Regione Emilia-Romagna, 1980 - *I beni naturali dell'Emilia-Romagna*. Documenti /12, Bologna

Italia Nostra, 1993 - *Itinerari per conoscere la Laga. Percorsi montani*. Ed. Tecnodid, Rieti

Merla G., Bortolotti V., 1969 - *Note illustrative della Carta geologica d'Italia*. f. 107 Monte Falterona

Ricci Lucchi F., 1970 - *Sedimentografia*. Bologna

Società Geologica Italiana, 1992 - *Guide geologiche regionali*. vol. IV, Appennino Tosco-Emiliano. BeMa Ed.

Società Geologica Italiana, 1994 - *Guide geologiche regionali*. vol. VII, Appennino Umbro-Marchigiano. BeMa Ed.

Vallario A., 1977 - *La penisola sorrentina: note di geologia ambientale per la gestione del territorio*. Pubbl. 118 Ist. di Geol. e Geof. Univ. di Napoli

Vallario A., 1992 - *Frane e territorio*. Liguori, Napoli

Vos W., Rossi R., 1992 - *Un paesaggio dell'Appennino che si sta trasformando: la valle del Solano nel Casentino*. Linea Ecologica EM, n. 6, nov.-dic., Firenze