

## GRUPPO NAZIONALE GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA

A cura di G.B. Pellegrini <sup>(1)</sup>, A. Carton <sup>(2)</sup>, D. Castaldini <sup>(3)</sup>, A. Cavallin <sup>(4)</sup>, L. D'Alessandro <sup>(5)</sup>, F. Dramis <sup>(6)</sup>, B. Gentili <sup>(6)</sup>, L. Laureti <sup>(7)</sup>, A. Prestininzi <sup>(3)</sup>, G. Rodolfi <sup>(8)</sup>, U. Sauro <sup>(9)</sup>, M. Sorriso Valvo <sup>(10)</sup> & V. Spagna <sup>(11)</sup>

### PROPOSTA DI LEGENDA GEOMORFOLOGICA AD INDIRIZZO APPLICATIVO

**Abstract:** PELLEGRINI G.B., CARTON A., CASTALDINI D., CAVALLIN A., D'ALESSANDRO L., DRAMIS F., GENTILI B., LAURETI L., PRESTININZI A., RODOLFI G., SAURO U., SORRISO VALVO M. & SPAGNA V., *A proposal of a legend for applied geomorphology*. (IT ISSN 0391-9838, 1993).

The proposed legend for applied geomorphology aims to unify the various methods of cartographic representation of natural and anthropic phenomena for a correct hazard assessment related to the morphogenetic processes in risk and vulnerability conditions.

The legend is organized to be used extensively not only by researchers but also by professionals, in order to prepare thematic maps for environmental studies, soil protection, and land use planning.

In this legend landforms and deposits are distinguished according to their morphogenetic agents, mechanisms and activity (active, dormant, inactive). There are also informations on the linear and spatial dimensions and, when possible, on volumetric and chronologic data. Some data and correct representation of surface deposits are also given based on their texture, thickness, form, etc.

For a correct use of the proposed symbols, the legend is completed by the «Explanatory Notes» which clarify the symbol use in case of doubtful applications. Some case studies are also presented to show how the legend should be used in various italians environments.

**KEY WORDS:** Geomorphological mapping, Applied geomorphology, Land use planning, Environmental mapping, Hazards.

**Riassunto:** PELLEGRINI G.B., CARTON A., CASTALDINI D., CAVALLIN A., D'ALESSANDRO L., DRAMIS F., GENTILI B., LAURETI L., PRESTININZI A., RODOLFI G., SAURO U., SORRISO VALVO M. & SPAGNA V., *Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo*. (IT ISSN 0391-9838, 1993).

La *legenda* geomorfologica ad indirizzo applicativo si propone di uniformare i vari metodi di rappresentazione cartografica dei fenomeni naturali ed antropici, ai fini di valutare correttamente la pericolosità dei processi morfogenetici nelle situazioni di rischio e di vulnerabilità del territorio.

Le caratteristiche della *legenda* dovrebbero permettere una sua larga utilizzazione non solo da parte dei ricercatori ma anche dei professionisti, per la realizzazione delle cartografie tematiche che sono di supporto per gli studi di salvaguardia ambientale, di difesa del suolo e di pianificazione territoriale.

Nella *legenda*, le forme ed i depositi considerati sono distinti in base all'agente morfogenetico che li ha prodotti, ai meccanismi, allo stato di attività (attivo, quiescente, non attivo); vengono altresì fornite indicazioni relativamente alle loro dimensioni lineari, areali e ove possibile, volumetriche e cronologiche. Viene anche data una adeguata conoscenza ed una corretta rappresentazione dei depositi superficiali sotto i loro vari aspetti (tessitura, spessore, forma).

Per facilitare la corretta utilizzazione del simbolismo proposto la *legenda* è integrata da «Annotazioni esplicative» che nei casi di dubbia applicazione ne chiariscono le modalità di impiego. Inoltre per rendere più esplicita l'applicazione della *legenda* sono stati elaborati alcuni saggi che ne illustrano le modalità di impiego in diversi ambienti del territorio nazionale.

**TERMINI CHIAVE:** Cartografia geomorfologica, Geomorfologia applicata, Cartografia ambientale, Geomorfologia regionale, Pianificazione territoriale.

#### 1. PREMESSA

Il Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia (G.N.G.F.G.), ritenendo suo preciso compito approfondire i vari campi di ricerca geomorfologica di base ed applicata, nell'intento di rispondere alle numerose richieste che provengono dal campo geologico professionale e dagli Enti preposti alla gestione ed alla pianificazione del territorio, ha costituito una Commissione per elaborare una *legenda* da utilizzare nella cartografia geomorfologica di dettaglio ad indirizzo applicativo. Questa iniziativa ha continuato i lavori di una Commissione precedente che ha prodotto la «Legenda per una cartografia della pericolosità connessa ai fenomeni di instabilità dei versanti» (G.N.G.F.G., 1987), ed ha realizzato una serie di saggi cartografici che illustrano le modalità di impiego di questa nuova *legenda* in diversi ambienti del territorio nazionale. Tali saggi, rea-

<sup>(1)</sup> Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica dell'Università - Padova.

<sup>(2)</sup> Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università - Modena.

<sup>(3)</sup> Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università - Pisa.

<sup>(4)</sup> Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio dell'Università - Milano.

<sup>(5)</sup> Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università «La Sapienza» - Roma.

<sup>(6)</sup> Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università - Camerino.

<sup>(7)</sup> Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università - Pavia.

<sup>(8)</sup> Dipartimento di Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta dell'Università - Firenze.

<sup>(9)</sup> Dipartimento di Geografia «G. Morandini» dell'Università - Padova.

<sup>(10)</sup> Istituto di Ricerca e Protezione Idrogeologica, C.N.R. - Cosenza.

<sup>(11)</sup> Regione Veneto, Dipartimento di Geologia - Venezia.

lizzati a grande scala (1:50.000 e 1:10.000), sono riuniti in un'unica carta qui allegata e sono corredati dalle rispettive note illustrative.

Poiché le attività umane nelle loro molteplici manifestazioni sul territorio interferiscono frequentemente con i processi morfogenetici endogeni ed esogeni in atto, determinando conseguentemente situazioni di rischio, è opportuno che ai fini di una corretta pianificazione si disponga di un prodotto cartografico a scala sufficientemente grande, che evidenzi le varie situazioni di pericolosità geomorfologica e di fragilità (vulnerabilità) del territorio.

La legenda geomorfologica che qui si propone, pur basandosi sui medesimi principi che caratterizzarono il lavoro della precedente Commissione, compie un ulteriore approfondimento applicativo, articolando il simbolismo per una più completa lettura del prodotto cartografico.

Per raggiungere questo scopo nella presente proposta la genesi delle varie forme, dei processi e dei depositi, non viene distinta con colori diversi, ma indicata con un opportuno graficismo. Dovendo il prodotto cartografico servire per individuare soprattutto le aree del territorio direttamente interessate dai fenomeni morfologici in atto, questi sono messi in evidenza da un unico colore, il rosso. Le forme, i processi ed i depositi, quiescenti ed inattivi, vengono sempre rappresentati in nero, rispettivamente con tratto medio e sottile, e costituiscono così un ulteriore dato informativo, utile per un raffronto con quelli attivi. La carta geomorfologica ad indirizzo applicativo è quindi una carta il cui tematismo è rappresentato con due colori, il nero ed il rosso. A questi due colori si aggiungerà quello azzurro indispensabile per una immediata lettura della idrografia e quindi del rilievo. In casi di particolari esigenze grafiche non si esclude tuttavia la possibilità di realizzare carte con un maggior numero di colori. Si ritiene con tale legenda di proporre uno strumento di lavoro e di ricerca per unificare i vari criteri di rappresentazione finora utilizzati nella elaborazione delle carte geomorfologiche ad indirizzo applicativo. Queste sono spesso il prodotto finale di un gran numero di ricerche eseguite nell'ambito dei vari gruppi nazionali quali il Gruppo Nazionale per la Vulcanologia (G.N.V.), il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (G.N.D.T.), il Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (G.N.D.C.I.) con il progetto per lo Studio dei Centri Abitati Instabili (S.C.A.I.).

Date le caratteristiche della legenda, essa dovrebbe essere utilizzata non solo dai ricercatori ma anche dai professionisti, spesso alla ricerca di indicazioni per cartografare i fenomeni naturali ed antropici che caratterizzano l'evoluzione geomorfologica del territorio.

Questa legenda non può e non vuole essere esaustiva di tutte le forme e processi morfogenetici (e relativi depositi) esistenti, ma solo rappresentativa dei fenomeni geomorfologici più significativi nell'attuale sistema morfoclimatico e morfodinamico dell'area alpina e mediterranea. Per facilitare la corretta utilizzazione del simbolismo proposto, la legenda è integrata da «Annotazioni esplicative» che nei casi di dubbia applicazione, ne chiariscono le modalità di impiego. Essa costituisce un mezzo essenziale per

le cartografie tematiche che sono di supporto per gli studi di salvaguardia ambientale, di difesa del suolo e di pianificazione territoriale. Date le particolari finalità di questa legenda, gli elementi geologici vengono considerati come base su cui si modellano le forme prodotte dai processi morfogenetici. I depositi superficiali vengono indicati quando il loro spessore è superiore al metro; delle unità del substrato vengono riportate le geometrie ed i principali elementi strutturali. Dalla carta geomorfologica ad indirizzo applicativo possono essere derivate carte sintetiche sulla distribuzione areale dei processi morfogenetici in atto, ed altre ad uso applicativo.

Per quanto concerne le forme, i processi ed i depositi legati all'attività umana, nella legenda sono indicati solo quelli più significativi per la valutazione dell'impatto antropico sul territorio. A tale riguardo sarà cura del rilevatore aggiornare la carta topografica utilizzata come base con gli elementi considerati più significativi per le finalità che si propone la carta stessa.

Per quanto concerne lo stato di attività delle forme, dei processi e dei depositi antropici si è ritenuto di distinguerli in sole due categorie: attivi, quelli ove si esplica l'attività antropica al momento del rilevamento (ad esempio: terrazzi antropici coltivati); non attivi, quelli ove l'attività antropica è cessata (ad esempio: terrazzi antropici in stato di abbandono). In questo caso il periodo temporale di attività è riferito alla presenza o meno dell'attività umana.

Per rendere più esplicite le modalità di applicazione della legenda sono stati elaborati alcuni saggi in cui essa viene utilizzata in aree con caratteristiche geomorfologiche diverse (vedi Tavole allegate).

I lavori di questa Commissione, i cui membri sono gli Autori di questa pubblicazione, sono stati coordinati da G.B. PELLEGRINI. La redazione grafica della legenda ed il coordinamento cartografico dei saggi allegati sono stati curati da A. CARTON & D. CASTALDINI. Hanno collaborato alla realizzazione dei saggi cartografici anche: C. BARONI, L. DAVOLI, E. LUPA PALMIERI, S. NATOLI, L. PELLEGRINI, C. ROMAGNOLI & L. VEZZOLI.

## 2. LA LEGENDA GEOMORFOLOGICA

### 2.1. *Scopo*

Le carte geomorfologiche ad indirizzo applicativo vengono prodotte essenzialmente al fine di valutare la pericolosità dei processi morfogenetici endogeni ed esogeni, che possono determinare situazioni di rischio, nonché gli impatti delle attività antropiche. La valutazione di tali situazioni di rischio deve essere fatta da ricercatori in grado di interpretare correttamente i vari elementi della pericolosità geomorfologica. Tali documenti sono il risultato di esperienze scientifiche maturate nel campo della ricerca geomorfologica applicata. Per questo motivo gli elaborati cartografici vengono rappresentati con un livello di informazione qualitativamente e quantitativamente elevato; essi inoltre possono essere accompagnati da opportune carte derivate che illustrano sinteticamente alcuni temi specifici.

Da un punto di vista genetico è possibile operare le seguenti correlazioni tra processi e forme:

PROCESSI	FORME
A - NATURALI	
1 ENDOGENI	- tettoniche - sismiche (strettamente legate ad un evento sismico) - vulcaniche
2 ESOGENI	- di versante - per acque correnti superficiali - glaciali e crionivali - carsiche - eoliche - marine, lagunari e lacustri
B - ANTROPICI	- antropiche

## 2.2. Criteri di realizzazione

Nella legenda le forme ed i depositi considerati sono distinti in base all'agente morfogenetico che li ha prodotti, ai meccanismi, allo stato di attività (attivo, quiescente, non attivo); vengono altresì fornite indicazioni relativamente alle loro dimensioni lineari, areali e, ove possibile, volumetriche e cronologiche. Viene anche data una adeguata conoscenza ed una corretta rappresentazione dei depositi superficiali sotto i loro vari aspetti (tessitura, spessore, forma, ecc.).

In accordo con G.N.G.F.G. (1987) si considerano:

— attivi: le forme e i depositi legati «a processi in atto» all'epoca del rilevamento e/o ricorrenti a ciclo breve (stagionali);

— quiescenti: le forme e i depositi per i quali esistono evidenze geomorfologiche o testimonianze (dirette, storiche, ecc.) di funzionamento nell'attuale sistema morfoclimatico e morfodinamico e che, non avendo esaurito la loro evoluzione, hanno concreta possibilità di riattivarsi; per questo aspetto sono utili: studi basati su indagini storiche, analisi geognostiche, monitoraggi con dati strumentali, confronto di carte e/o fotografie aeree di diversa età, interpretazione di immagini da satellite, osservazioni su manufatti interessati dai vari fenomeni (età, danni), evidenze vegetazionali ed altre osservazioni di campagna;

— non attivi: le forme e i depositi riferibili a condizioni morfoclimatiche e morfodinamiche diverse dalle attuali (ad es.: forme glaciali pleistoceniche), e quelli che hanno portato a termine la loro evoluzione o non possono più continuare ad evolversi (ad es.: nell'attuale sistema morfoclimatico una piana alluvionale non più raggiungibile dalle acque fluviali).

In definitiva a prescindere da quelli attivi, si considerano quiescenti tutte le forme, e tutti i depositi ed i processi di cui non è dimostrabile la non attività. Nella carta lo stato di attività è evidenziato, come già detto in pre-

messata, da un diverso colore (es. rosso) e/o da marcate differenze grafiche nel tratto.

La carta geomorfologica ad indirizzo applicativo, che utilizza supporti topografici a grande scala, opportunamente retinati in grigio, come le «sezioni» o gli «elementi» della Carta Tecnica Regionale (alla scala 1:10.000 e/o 1:5.000), fornisce informazioni sugli aspetti morfometrici, morfogenetici e morfodinamici del territorio. Più in particolare vengono evidenziate tutte le informazioni relative alla distribuzione delle forme, dei processi e dei depositi attivi (in rosso) o quiescenti (in nero marcato), che siano rilevanti in rapporto alle attività umane.

Nella carta elaborata sulla base della presente legenda risultano inoltre rappresentati i caratteri tessiturali dei depositi superficiali e le unità del substrato. Le unità litologiche del substrato o relative associazioni, determinate in base alla loro uniformità di comportamento nei confronti delle morfogenesi, vanno indicate con sigle o campiture in nero. L'uso di queste ultime è consigliabile solo nei casi in cui non vada a scapito della leggibilità della carta. I depositi superficiali, inclusi i suoli, vengono indicati solo se il loro spessore è dell'ordine del metro, su fondo bianco, mediante lo specifico simbolismo riportato in legenda. I limiti fra le diverse unità del substrato affiorante e dei depositi superficiali vanno indicati con una sottile linea nera continua quando sono ben definiti, e con linea a tratto negli altri casi.

Le forme vengono distinte a seconda del loro agente morfogenetico principale tramite una particolare simbologia: ad esempio le scarpate tettoniche sono evidenziate da rettangoli, quelle glaciali da triangoli, quelle fluviali da trattini, ecc. (vedi Legenda).

I dati morfometrici sono ricavabili dalla base topografica ad isoipse: ove queste non fossero indicate (ad esempio nelle aree di pianura) vanno ricostruite con equidistanza adeguata alla morfologia dell'area (da 1 a 5 m). Per quanto concerne l'altezza delle scarpate, di qualsiasi genesi, può essere fatta una distinzione in classi significative utilizzando la doppia linea in corrispondenza del bordo superiore (cfr. Legenda).

Questa legenda può essere opportunamente integrata all'occorrenza con nuovi simboli in funzione delle particolari condizioni geomorfologiche locali.

È opportuno che vengano comunque rispettati nella grafia i criteri generali suggeriti in questo lavoro, indicando con colore rosso le forme, i processi ed i depositi attivi e con tratti via via meno evidenti quelli quiescenti e/o inattivi. Alcune forme, come spiegato nelle note esplicative della legenda, sono indicate solo come attive e non attive essendo difficile definire la reale situazione di quiescenza.

## 2.3. Finalità applicative e risultati auspicabili

Dalla utilizzazione di questa legenda ci si aspetta, prima di tutto, di riuscire ad uniformare i vari metodi di rappresentazione dei fenomeni naturali che normalmente ricorrono nel nostro Paese. Sarebbe di grande utilità, sia pra-

tica che scientifica, poter disporre di cartografie geomorfologiche, riguardanti problematiche di tipo applicativo, basate sulla stessa legenda. Si pensi al prezioso lavoro che quasi quotidianamente viene svolto dai geologi dei vari Uffici Tecnici regionali, provinciali e comunali, ma anche quello dei geologi liberi professionisti, per cartografare e quindi documentare fenomeni naturali che avvengono con le tipologie più svariate nel territorio nazionale. Tale massa di informazioni, spesso giudicata di nessun interesse scientifico, potrebbe divenire invece una preziosa banca dati solo se tutti gli addetti ai lavori si sforzassero di utilizzare un linguaggio comune. La legenda fornisce un criterio di rappresentazione economico adatto per la elaborazione di carte facilmente riproducibili con fotocopiatrici a colori.

Non si può prescindere in questa fase di proposta dal segnalare anche la possibilità di utilizzare questa legenda per integrare i dati del sistema informativo territoriale, che sta alla base di ogni programmazione regionale. I prodotti cartografici costruiti con questa legenda possono essere ulteriormente semplificati per la elaborazione di carte tematiche specifiche, fra le quali si segnalano quelle che rappresentano un unico fenomeno ben individuabile, come: la carta delle frane, la carta delle valanghe, la carta dell'erosione fluviale, ecc.

Questa legenda dovrebbe dare un ulteriore slancio alla cartografia geomorfologica finalizzata alla prevenzione dalle calamità naturali che derivano da fenomeni geomorfologici ad evoluzione rapida e che si manifestano coinvolgendo più agenti contemporaneamente. Sulla base di esperienze già collaudate in passato ricordiamo alcune carte di eventi catastrofici che possono essere prese come esempio da imitare: la Carta dell'alluvione del novembre 1966 nel Veneto e nel Trentino Alto Adige: effetti morfologici ed allagamenti (1971); la Carta della franosità (e dei dissesti franosi) del Friuli-Venezia Giulia (1969); la carta degli allagamenti delle Venezie (1969); la carta degli elementi tipologici e morfologici dei fenomeni di instabilità dei versanti indotti dal sisma del novembre 1980 nell'alta Valle del Sele (1983); ecc.

Si auspica inoltre un incremento di quelle carte tematiche che evidenziano i processi geomorfologici innescati dalle attività antropiche. Possono per esempio essere utilizzate elaborate: carte delle cave, carte dell'utilizzazione del suolo, e tutte quelle carte finalizzate alla pianificazione territoriale che tengono conto, in ambito regionale, dell'impatto ambientale provocato dall'uomo.

Sarà cura del rilevatore indicare con opportuno simbolismo le località ove nel passato sono state eseguite indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche, indispensabili per una corretta interpretazione delle caratteristiche delle formazioni superficiali e di quelle del substrato.

#### 2.4. Alcuni problemi aperti

La leggibilità di una carta geomorfologica è spesso legata alla buona rappresentazione delle forme del rilievo e della rete idrografica. In particolare la possibilità di individuare rapidamente la direzione di deflusso delle acque sui versanti e sul fondovalle è un elemento essenziale per

capire le modalità evolutive del rilievo. L'aver scelto una rappresentazione delle forme con un numero ridotto di colori rende la carta estremamente semplice. Il disegno della rete idrografica, indicata con il colore azzurro, renderà particolarmente facile la lettura del rilievo.

La legenda non dà molte indicazioni di carattere cronologico. Per questo motivo si invita il rilevatore ad indicare, quando possibile, la data degli eventi che hanno determinato forme significative (ad esempio per le forme sismiche va annotata la data del terremoto che le ha generate; per quelle vulcaniche, la data dell'evento vulcanico; per le frane di grande rilevanza, vanno segnalate le date di eventuali riprese del moto franoso; per gli allagamenti importanti le date degli eventi di piena; per le scarpate di erosione marina, la data delle mareggiate eccezionali, ecc.). Per lo stesso motivo è importante segnalare sempre la data della base topografica utilizzata per la rappresentazione cartografica, dato il rapido evolversi del territorio specialmente in seguito ad interventi antropici di vario tipo (costruzione di nuove strade, viadotti, cave, massicciate, moli, ecc.).

Resta parzialmente insoluto anche il problema della rappresentazione dei vari processi che interessano l'evoluzione del rilievo. Normalmente la legenda suggerisce di rappresentare gli effetti ovvero le forme provocate dai processi. In alcuni casi si è preferito indicare l'area interessata da un dato processo piuttosto che l'effetto del processo stesso, essendo difficile disegnare, anche su base topografica a grande scala, le forme corrispondenti a meccanismi effimeri, o troppo complessi o comunque non localizzabili con precisione.

Si sono riunite in un'unica categoria quelle forme, processi e depositi di versante dovuti a movimenti del terreno causati dall'azione prevalente della gravità, senza il concorso delle acque correnti. Ne deriva che altre forme come i coni colluviali modellati dall'azione delle acque di ruscellamento sono stati inclusi nella categoria delle forme dovute all'azione delle acque correnti superficiali.

La scelta dello stato di attività delle forme, dei processi e dei depositi può creare in alcuni casi difficoltà di applicazione, specialmente per chi si trova ad operare senza un lungo tirocinio in questo settore di ricerca. Nelle «Annotazioni alla legenda» sono chiariti i criteri da adottare per i casi più complessi, con il suggerimento per il rilevatore di astenersi dal distinguere le forme in attive e non attive quando non esistano elementi sufficienti per una chiara individuazione dello stato di attività. Molti casi andranno risolti ponendo sulla carta, a fianco della forma, la data dell'evento che l'ha determinata. Questo criterio dovrebbe essere adottato per esempio negli apparati vulcanici per indicare le diverse età delle varie colate laviche; nelle aree sismiche per definire, quando possibile, la data dell'evento che può avere determinato forme particolari quali scarpate, frane, fratture, ecc.; nelle pianure alluvionali già interessate da piene eccezionali, per datare gli eventi di rotta fluviale e gli allagamenti; questi contributi cronologici potranno permettere di valutare correttamente i possibili tempi di ritorno.

Considerazioni particolari vanno fatte per le forme carsiche. Esse sono il risultato del processo carsico (il fenomeno della dissoluzione chimica delle rocce carbonatiche e della soluzione di altre rocce solubili), che agisce arealmente su tutta la superficie morfologica, oltre che lungo certi piani di discontinuità all'interno della compagine rocciosa e in modo pressoché continuo nel tempo. La distinzione tra forme attive e non attive, ha un maggiore significato per le forme sotterranee, rispetto a quelle superficiali; le forme sotterranee possono infatti essere ancora interessate da fenomeni di dissoluzione accelerata o essere quasi del tutto inattive dal punto di vista idrico. Da un punto di vista applicativo invece, può essere significativa l'individuazione delle forme risultanti dalla corrosione accelerata e delle forme di origine mista, tettonico-gravitativa (per esempio: dolina di crollo). Le prime infatti sono l'espressione di una accelerazione dei fenomeni di erosione carsica, che possono comportare minore stabilità, le seconde sono il risultato di fenomeni dovuti a collasso gravitativo.

La legenda mette ancora in evidenza forme che possono essere classificate come «quiescenti». In questi casi ci si deve affidare alla perizia del rilevatore che utilizzerà la propria esperienza e tutti i dati cronologici in proprio possesso per applicare, integrare o modificare con buon senso la legenda che qui si propone. Alla fine della presente nota viene proposta la legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo utilizzata per la realizzazione dei saggi cartografici, accompagnata da alcune annotazioni esplicative.

### 3. LEGENDA GEOMORFOLOGICA AD INDIRIZZO APPLICATIVO

#### ANNOTAZIONI ALLA LEGENDA

I numeri di seguito elencati si riferiscono ai simboli.

#### 1. *Dati strutturali*

- 1.3 In presenza di prove documentate si mette in evidenza (con simbolo opportuno) l'attività della faglia, e/o se si tratta di faglia dovuta a terremoto o ad altre manifestazioni endogene. Le faglie sepolte vanno indicate con simbolo tratteggiato.
- 1.4 I trattini sono rivolti verso la parte sovrascorsa; i sovrascorrimenti sepolti vanno indicati con il simbolo tratteggiato.
- 1.5 In presenza di prove documentate si mette in evidenza (con simbolo opportuno) l'attività della faglia e/o se si tratta di frattura dovuta a terremoto o ad altre manifestazioni endogene.

#### 2. *Forme tettoniche e strutturali*

Stato di attività: se non esistono elementi sufficienti per una chiara individuazione dello stato di attività, si consiglia di non distinguere le forme in attive e non attive, e di segnarle in carta utilizzando un tratto di intensità in-

termedia. Il colore rosso indica una attività delle forme nel Quaternario.

- 2.1 Include anche le scarpate da terremoto.
- 2.2 Si tratta di scarpate in corrispondenza di strati verticali, fronte di cuesta, scarpata di linea di faglia, ecc.

#### 3. *Forme sismiche*

Vanno individuate solo le forme sicuramente connesse a terremoti di cui, se possibile, si indica la data dell'evento. Queste forme vanno riportate con lo stesso tratto usato per le forme attive. Altre manifestazioni connesse a sismi (frane, ecc.) sono prese in considerazione in altri raggruppamenti.

#### 4. *Forme vulcaniche*

Per queste forme si indica, se possibile, l'età dell'evento vulcanico che le ha determinate.

Stato di attività: se non esistono elementi sufficienti per una chiara individuazione dello stato di attività, si consiglia di non distinguere le forme in attive e non attive, e di segnarle in carta utilizzando un tratto di intensità intermedia.

- 4.4 Cono di scorie, cono di tufo.

#### 5. *Forme, processi e depositi gravitativi di versante*

Per le frane più importanti si indica, se possibile, l'età dell'evento che le ha determinate e la data di eventuali riprese del movimento.

- 5.1 In presenza di prove documentate si mette in evidenza (con simbolo opportuno) se il fenomeno si è innescato in concomitanza con un evento sismico.
- 5.3 Vedi 5.1
- 5.4 Vedi 5.1
- 5.5 Si delimita l'area solo se sovrapposta alla roccia.
- 5.6 Vedi 5.5
- 5.7 Vedi 5.5
- 5.9 In presenza di prove documentate si mette in evidenza (con simbolo opportuno) se il fenomeno si è innescato in concomitanza con un evento sismico. Inoltre vanno evidenziate, ad esempio con retinatura, le porzioni degli accumuli di frana in grandi masse non disarticolate.
- 5.10 Include gli spandimenti laterali; inoltre valgono le stesse annotazioni di 5.9.
- 5.11 Vedi 5.1
- 5.12 Vedi 5.1
- 5.13 Vedi 5.1
- 5.14 Triangolo verso la zona a monte.

#### 6. *Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali*

- 6.4 Concavità verso zona a valle.
- 6.7 Si delimita l'area calanchiva.
- 6.15 Si indica il verso di scorrimento. Nel caso di cartografia in bianco e nero per le forme attive il simbolo

viene utilizzato solo per aggiornamento della carta topografica.

- 6.16 Nel caso di cartografie in bianco e nero per le forme attive il simbolo viene utilizzato solo per aggiornamento della carta topografica.
- 6.17 Con indicazione dell'età dell'evento.
- 6.18 Con indicazione del canale di esondazione e dell'età dell'evento di piena, se determinabile.
- 6.22 Con indicazione dell'età dell'evento di piena.
- 6.24 Depositi misti vanno indicati con l'abbinamento dei relativi simboli. Dove non affioranti si intendono i depositi al di sotto del terreno agrario sino ad una profondità di circa un metro.

#### 7. *Forme e depositi carsici*

Lo stato di attività è riferito al processo di dissoluzione chimica delle rocce carbonatiche.

- 7.2 Si indica con linea tratteggiata l'estensione dell'area.
- 7.4 Si indica con linea tratteggiata l'estensione del campo.
- 7.6 Trattasi di forma mista carsica gravitativa.
- 7.7 Vedi 7.6.
- 7.8 Vedi 7.6.
- 7.11 Vedi 7.6.

#### 8. *Forme e depositi glaciali*

- 8.6 La freccia indica il verso di trasfluenza del ghiacciaio.
- 8.9 Dove documentato indicare l'età.

#### 9. *Forme, processi e depositi crionivali*

- 9.2 Si delimita l'area. Si precisa che è lo stesso simbolo del soliflusso, poiché si tratta dello stesso processo in ambiente diverso.

#### 10. *Forme, processi e depositi marini, lagunari e lacustri*

- 10.1 Si indica l'abbassamento medio: X corrisponde alla indicazione puntuale del valore medio di subsidenza in mm/a, Y corrisponde al periodo cui si fa riferimento.
- 10.2 Z = Anno di restituzione.
- 10.4 I simboli coprono il tratto di riva interessato dalla specifica tendenza.
- 10.5 Con indicazione eventuale dell'età della mareggiata eccezionale che l'ha determinata.
- 10.8 La variazione va indicata sulla base di rilevamenti recenti e confrontabili. I simboli sono posizionati in aree significative e rispecchiano la localizzazione reale.
- 10.16 Quando conosciuto va espresso in tonnellate/anno.
- 10.17 La posizione del simbolo sulla carta topografica, indica se si tratta di trasporto lungo riva od al largo.
- 10.18 Quando conosciuta, si indica la velocità massima espressa in cm/s.
- 10.19 I depositi misti vanno indicati con l'abbinamento dei relativi simboli.

#### 12. *Forme, processi e depositi antropici*

Si precisa che è opportuno ridurre al minimo le indicazioni delle opere già riportate sulla carta topografica (es. dighe, argini, ecc.). Si usino solo per aggiornamento della carta stessa.

Il concetto di attività è riferito all'effettivo intervento antropico all'epoca del rilevamento.

- 12.2 Si indica il tipo di discarica: U) rifiuti solidi urbani; T) rifiuti tossici e nocivi; I) inerti; N) non noti.
- 12.4 Nel caso di sottili diaframmi tra cava e cava si disegna il limite esterno di cave limitrofe. Nelle carte a più colori la presenza di acqua sul fondo va indicata con il colore azzurro scuro senza il tratteggio nero inclinato.
- 12.9 Da utilizzare solo per aggiornamento della carta topografica.
- 12.10 Si indica l'abbassamento medio: x corrisponde all'indicazione puntuale del valore medio di subsidenza in mm/anno; y corrisponde al periodo in cui si fa riferimento.
- 12.16 Da utilizzare solo per aggiornamento della carta topografica.
- 12.17 Il contorno è dato dagli argini o da scarpate fluviali.
- 12.18 Da utilizzare solo per aggiornamento della carta topografica.

#### 13. *Forme di origine complessa*

- 13.1 Si indica il valore medio del movimento: x corrisponde all'indicazione puntuale del valore medio del movimento in mm/anno; y corrisponde al periodo in cui si fa riferimento.

## 4. SAGGI CARTOGRAFICI

Carte geomorfologiche ad indirizzo applicativo.

4.1 *Conca del Baitone nel Gruppo del M. Adamello*; (esempi di forme crionivali e glaciali in un'area alpina di spiccata morfogenesi) <sup>(1)</sup>.

Premessa

La conca del Baitone e la limitrofa Val Miller rappresentano la continuazione naturale della Val Malga, una delle principali vallate dell'alta Val Camonica.

La Conca del Baitone, si presenta come un ampio bacino, all'interno del quale si possono individuare tre concavità minori in successione, non del tutto regolari, collocate a diverse altezze. Nell'area cartografata è rappresentata prevalentemente quella centrale, al cui interno sono ubicati il Lago Verde, il Lago Lungo, il Lago Rotondo ed il Lago Bianco; la soglia di questa ampia depressione è posta intorno ai 2 400 m, a valle della quale un pendio assai ripido immette nella concavità, quasi completamente occupata dal Lago Baitone.

<sup>(1)</sup> A cura di C. BARONI & A. CARTON.

La scelta di questa area deriva dal fatto che essa rappresenta un tipico ambiente d'alta quota, con una evidente morfogenesi glaciale e periglaciale ancor oggi molto attiva, simile a molte zone dell'arco alpino. Il saggio fornisce quindi un esempio di rappresentazione cartografica a fini applicativi, di tutte quelle aree alpine che si trovano al di sopra del limite superiore della vegetazione arborea.

#### Lineamenti generali dell'area

Nell'area sono presenti diverse varietà di rocce magmatiche e metamorfiche, nonché lembi di rocce sedimentarie. Presso il C.no delle Granate affiorano arenarie in facies di «Verrucano» (Permiano) con intercalazioni conglomeratiche e scisti «scisti di Edolo» appartenenti al «Basamento delle Alpi Meridionali». Sono presenti anche facies metamorfiche di contatto, evolute a spese delle rocce incassanti del Massiccio dell'Adamello. L'aureola termometamorfica è molto ben sviluppata dal Lago Baitone fino a Nord del Lago Lungo con presenze di scisti e gneiss cornubianitici e quarziti arenacee. Altre rocce magmatiche affioranti sono rappresentate da granodioriti e da dioriti e gabbr. Diffusi in tutta la conca sono i filoni aplitici e pegmatitici che attraversano sia le formazioni incassanti (spesso con giacitura orizzontale), che le Tonaliti. Sono presenti anche filoni basici (porfiriti plagioclasiche, terziarie) e porfiriti diabasiche, pre terziarie).

#### Forme e processi morfogenetici

L'area in oggetto mostra evidentissime tracce della morfologia glaciale quaternaria e del modellamento periglaciale, localmente ancora attivo. La morfologia è dominata da una serie di circhi a gradinata occupati rispettivamente dai laghi Lungo, Rotondo, e Baitone. I depositi glaciali affiorano abbondantemente pur presentando una notevole variabilità di spessori. Localmente individuano argini ben sviluppati, prevalentemente riferibili al Tardiglaciale. Gli unici lembi olocenici si ritrovano a Nord della Cima Plem, nell'Alta Valle dell'Avio. In particolare argini morenici tardiglaciali messi in posto da una lingua proveniente dalla zona a Nord del Lago Lungo, si rinvengono sulla sponda del lago stesso. Il settore in cui le forme moreniche risultano maggiormente articolate è quello che va dal Lago Premassone (2 720 m) al Rifugio Tonolini (2 848 m). Si tratta sempre di depositi tardiglaciali che, dal punto di vista litologico, sono facilmente individuabili in quanto la presenza di massi tonalitici in essi contenuti spicca sul substrato di rocce metamorfiche. Da segnalare in quest'area la presenza di un argine ben individuato che si sviluppa sul costone a Nord-Ovest del C.no del Cristallo e di una morena di dimensioni più ridotte presente immediatamente a ridosso del Rifugio Tonolini. Al margine settentrionale del Lago Baitone sono presenti lembi di argini morenici tardiglaciali che si dirigono verso il lago stesso. La distribuzione dei depositi glaciali indica una notevole frammentazione dei bacini di alimentazione dei ghiacciai tardiglaciali, disposti a cascata; solo nelle fasi più antiche le varie colate si fondevano a formare un unico corpo.

Molto evidente è pure la morfologia di tipo periglaciale: all'azione del gelo discontinuo sono riferibili i numerosi coni e falde detritiche ubicati in corrispondenza di canali ed al piede di versanti. Molti risultano almeno in parte formati con il contributo delle valanghe. Alcuni esemplari di argini detritici di nevaio sono stati evidenziati alla base delle pareti rocciose ad Ovest del Lago Baitone. Numerosi sono i *rock glaciers* presenti, ben espressi ed alcuni anche di ragguardevoli dimensioni. Il più piccolo risulta essere quello ubicato a Sud-Ovest del P.so del Cristallo, il dorso, molto gonfio, appare ricoperto da grossi blocchi spigolosi; al suo interno è evidente un'ampia depressione. È stata notata al suo interno la presenza di ghiaccio e di acqua corrente, facendolo così ritenere attivo. Assai più sviluppati ed articolati sono i *rock glaciers* posti nella conca del Baitone ubicati, rispettivamente a Nord-Est del Lago Lungo, a Nord-Ovest del P.so del Cristallo (*rock glacier* del Lago Bianco) e a Ovest del C.no del Cristallo. Le fronti raggiungono rispettivamente le quote di 2 840, 2 520, 2 520 e 2 340 m. La pietraia del *rock glacier* a Nord-Est del Lago Lungo ricopre in modo evidente l'argine morenico tardiglaciale; superficialmente i massi raggiungono dimensioni anche maggiori di una decina di metri cubi. La fronte molto ripida, presenta un dislivello di 70-80 m. La pietraia semovente a Ovest del C.no del Cristallo, pur presentando una rilevante lunghezza appare piuttosto depressa, e per questo viene ritenuta non più attiva. I ghiacciai presenti nell'area presa in esame, sono attualmente di dimensioni assai piccole: si tratta del ghiacciaio del Cristallo e del ghiacciaio di Plem, nell'Alta Valle dell'Avio.

Nella conca non esistono insediamenti umani stabili; come base per gli itinerari turistici (in questa zona passa l'alta via dell'Adamello) viene utilizzato il Rifugio Prudenzi. L'impronta dell'antropizzazione, è rappresentata dalle varie opere dell'ENEL, delle quali nell'area cartografata ricadono solo alcuni esigui sbarramenti a fronte dei piccoli laghi tutti confluenti nel Lago Baitone, a sua volta sbarrato da una imponente diga che appartiene al «Sistema del Pogle».

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

- ANDREATTA C., BIANCHI A., COLBERTALDO (di) D., DAL PIAZ G.B., FENOGLIO M., MALARODA R., RIEDEL A., SCIAVINATO G., FRENER G.B. & TREVISAN L. (1953) - *Carta Geologica delle Tre Venezie, Foglio 20, M. Adamello*. Scala 1:100.000. Uff. Idr. Mag. Acque di Venezia. Firenze.
- BARONI C. & CARTON A. (1987) - *Geomorfologia della Valle dell'Avio (Gruppo dell'Adamello)*. Natura Bresciana, Ann. Museo Civ. Sc. Nat. Brescia, 23, 1986, 3-47.
- BARONI C. & CARTON A. (1990) - *Carta geomorfologia della Val Miller e della Conca del Baitone (Gruppo dell'Adamello)*. Natura Bresciana, Ann. Museo Civ. Sc. Nat. Brescia, 25, 1988, 5-25.
- CASTIGLIONI G.B. (1961) - *I depositi morenici del Gruppo Adamello Pre-sanella con particolare riguardo agli stadi glaciali postwurmiiani*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. di Padova, 23, 131 pp.



4.2 *Soglio della Guardia nei Lessini Orientali* (esempi di forme dovute all'attività neotettonica in un'area prealpina) <sup>(12)</sup>.

Premessa

L'area in esame si trova lungo la faglia Schio-Vicenza, nei pressi di Ca'Trenta, in provincia di Vicenza. Per la presenza di numerose scarpate di faglia e di importanti strutture tettoniche quali la Linea Schio-Vicenza e la faglia di Malo, quest'area risulta particolarmente significativa per una applicazione della legenda in oggetto. Il saggio cartografico mette infatti in evidenza gli effetti dell'attività neotettonica delle strutture legate alla faglia di Malo. In questo saggio sono indicate in rosso quelle scarpate di faglia che si ritiene si siano formate e/o siano state attive nel Quaternario. In un'altra ricerca (PELLEGRINI, 1988) si è dimostrata l'attività della Linea Schio-Vicenza nel Quaternario, qui si mettono in evidenza le forme più significative che testimoniano tutt'oggi l'attività di questo sistema tettonico. Particolarmente evidenti sono le scarpate che limitano verso la pianura i Lessini Orientali, a ridosso delle quali si è impostato il corso del torrente Livergon, richiamato, come già sostenevano il MOLON (1882) e successivamente il CALVINO (1966), dalla depressione d'angolo di faglia, per abbassamento del blocco orientale della faglia di Malo.

Lineamenti generali dell'area

Si sono distinti sette tipi litologici che corrispondono alle seguenti formazioni:

- Arenaria di S. Urbano (Miocene inferiore). Affiora nei pressi della località Belvedere ed è costituita da arenarie glauconitiche e da marne arenacee grigiastre.

- Calcari di Lonedo (Oligocene superiore - Miocene inferiore). Tali calcari si rinvencono in località Belvedere. Si tratta di calcari biancastri a volte grossolani, nulliporici, arenacei, a stratificazione irregolare. Il passaggio all'Arenaria di S. Urbano avviene con aumento della componente arenacea.

- Calcarenite di Castelgomberto (Oligocene). Si ha testimonianza di tale formazione sulla collina del Soglio della Guardia. Si tratta di calcareniti bioclastiche irregolarmente stratificate o in banchi con intercalazioni arenaceo-marnose.

- Basalti di colata (Eocene medio - Paleocene superiore). Sovrastano i «Calcari nummulitici» formando un orizzonte continuo di materiali compatti, spesso bollosi e ossidati in superficie. Si rinvencono sul M. Zocche.

- «Calcari nummulitici» (Luteziano - Ypresiano). Questi calcari eocenici affiorano sul M. Zocche. Sono costituiti da calcareniti, biocalcareniti, calcari nulliporici con colorazione biancastra.

- Rocce vulcanoclastiche basaltiche (Eocene medio - Paleocene superiore). Le rocce vulcanoclastiche stratificate sono comprese tra la Scaglia Rossa e i «Calcari nummulitici», formando una fascia continua, dello spessore a volte superiore ai cento metri. Si tratta di ialoclastiti e brec-

ce d'esplosione di ambiente subacqueo. Sono presenti nel settore sud-occidentale dell'area rilevata.

- Scaglia Rossa (Maastrichtiano - Turoniano). Si tratta di calcari micritici rosei o rossi con una certa componente argillosa, fittamente stratificati, con noduli di selce rossastra. Affiora nel settore occidentale dell'area in esame.

Forme e processi morfogenetici

Nella parte centrale dell'area in esame si notano numerose scarpate di faglia, orientate parallelamente al sistema scledense ma con aspetto meno fresco e forme meno nette rispetto a quelle precedentemente descritte. Di notevole interesse anche la depressione tettono-carsica allungata parallelamente alla faglia di Malo, interessata da alcune doline sub-detritiche attive, formatesi per abbassamento del blocco del Soglio della Guardia rispetto a quello più occidentale del M. Zocche. In questa depressione tettonica si è successivamente impostato il processo carsico che ha agito soprattutto in profondità, ma anche sul versante a Sud-Ovest del Soglio della Guardia. Il versante a Nord-Est del Monte Zocche è invece interessato da accumuli di vecchie frane, la più vistosa delle quali ha occupato con il proprio macereto parte della depressione tettono-carsica appena ricordata, restringendone vistosamente il fondo. Fra le altre forme attive si notano quelle determinate dall'attività erosiva del torrente Livergon che scorre incassato nelle proprie alluvioni, intaccando localmente la scarpata di faglia principale nei pressi di Santa Giustina. Nella stessa zona, sul versante, si osservano alcuni fenomeni gravitativi in atto, ma di modeste dimensioni. L'insieme delle forme e dei processi qui rappresentati sembrano potersi interpretare come qualche cosa di più significativo di semplici indizi morfotettonici e ciò in conformità con il quadro neotettonico illustrato da PELLEGRINI (1988) e con quello geologico fornito da Finetti (1972) a proposito dell'attività quaternaria di alcuni tratti sepolti in pianura della faglia Schio-Vicenza.

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

- CALVINO F. (1966) - *Idrogeologia delle falde artesiane a Nord di Vicenza*. Atti Conv. «Attualità e nuovi orizzonti nel reperimento e nell'uso di acque nelle Venezia», Padova, 27 pp.
- FINETTI I. (1972) - *Le condizioni geologiche della regione di Venezia alla luce di recenti indagini sismiche*. Boll. Geof. Teor. Appl., 14, 275-290.
- MOLON F. (1883) - *I nostri fiumi Astico, Bacchiglione, Retrone, Brenta. Idrografia antica e moderna*. Atti R. Ist. Veneto Sc. Lett. Arti, 1, 247-289, e 347-391.
- PELLEGRINI G.B. (1988) - *Aspetti morfologici ed evidenze neotettoniche della linea Schio-Vicenza*. Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 1, 69-82.

4.3 *Ischia* (esempi, in un'area insulare, di forme vulcaniche con intensa attività nell'Olocene) <sup>(13)</sup>.

<sup>(12)</sup> A cura di G.B. Pellegrini.

<sup>(13)</sup> A cura di A. CAVALLIN & L. VEZZOLI.



## Premessa

L'isola d'Ischia è stata scelta come esempio di area vulcanica sia per la disponibilità di una cartografia geologica recente a scala 1:10.000 (CHIESA & *alii*, 1986), sia soprattutto per gli stretti legami tra le sue peculiari caratteristiche geologiche e l'evoluzione geomorfologica. Infatti gli eventi vulcano-tettonici e tettonici che si sono succeduti negli ultimi 55 ka, l'intensa attività vulcanica preistorica e storica e le particolari litologie vulcaniche ed epiclastiche presenti (GILLOT & *alii*, 1982; POLI & *alii*, 1987; VEZZOLI ed., 1988; POLI & *alii*, 1989) hanno influito sensibilmente nell'isola d'Ischia sui normali processi morfogenetici. L'area campione proposta corrisponde al settore nord-orientale dell'isola, tra Casamicciola ed Ischia Porto, sul fianco orientale del rilievo del M. Epomeo (787 m s.l.m.).

Essa è particolarmente significativa per la presenza di forme vulcaniche legate ad alcuni dei principali centri eruttivi dell'attività preistorica e storica di Ischia (BUCKNER, 1986).

## Lineamenti generali dell'area

La litologia di quest'area campione è rappresentata sia da unità piroclastiche che laviche. Le prime sono costituite da depositi prevalentemente pomicei, da incoerenti a poco coerenti, a granulometria variabile da cenere a breccia poco selezionata, con giaciture primarie di deposizione nel caso costituiscono edifici vulcanici. Sono marginalmente presenti (Vallone Cava Buceto) anche epiclastiti tuftiche, a granulometria prevalentemente argillosa. Le lave sono di composizione trachitica-alcaina e trachitica, rappresentano corpi circoscritti di colate (colata dell'Arso, 1302; colate di Punta la Scrofa, III sec. d.C. circa; colate intercalate nei depositi piroclastici) e di duomi lavici (duomi M. Rotaro, del Montagnone, di Fondo Ferraro, del M. Tabor e di Castiglione). La colata dell'Arso è il più importante corpo lavico dell'isola con una superficie di circa 1,6 Km<sup>2</sup> ed uno spessore tra 10 e 60 m. Gli elementi strutturali sono costituiti da faglie e fratture attribuibili a due distinti sistemi tettonici presenti sull'isola d'Ischia (FUSI & *alii*, in stampa). Il primo di tali sistemi corrisponde alle faglie che delimitano il blocco risorgente del M. Epomeo. Nell'area campione esse sono presenti solo marginalmente con direzioni Est-Ovest e Ovest Nord Ovest-Est Sud Est nelle Cava Puzzillo e Cava Buceto. Il secondo sistema è legato alle direttrici regionali Nord Est-Sud Ovest, la cui evidenza principale è il *graben* in cui sono allineati il duomo del Montagnone e il cratere di Ischia Porto.

## Forme e processi morfogenetici

Le forme tettoniche e strutturali sono rappresentate da scarpate con influenza strutturale, corrispondenti a scarpate di linea di faglia, orientate secondo i due sistemi tettonici sopra menzionati. Le forme vulcaniche sono rappresentate da una serie di edifici monogenici ad attività esclusivamente effusiva (duomo del M. Rotaro, del Montagnone, di Fondo Ferraro, del M. Tabor e di Castiglione), esclusivamente esplosiva (coni piroclastici di Bosco dei Conti e di Costa del Lenzuolo, Bastioni di scorie dell'Arso e del

M. Rotaro) o mista (vulcano di Bosco della Maddalena), attualmente non attivi ma di età storica e preistorica e con evidenza morfologica ben conservata. Crateri sono presenti alla sommità di tutti gli edifici con attività esplosiva (già elencati sopra), inoltre un cratere d'esplosione circonda il bacino di Ischia Porto ed orli di collasso concentrici sono presenti alla sommità del duomo del Montagnone. Un centro di emissione di lave di cui non è riconoscibile morfologicamente l'edificio è ubicato presso la costa settentrionale tra Castiglione e la Spiaggia degli Inglesi e corrisponde al dicco di Calfieri. Le colate di lava ben individuabili sono quelle di Punta la Scrofa e dell'Arso (1302), di quest'ultima sono ancora ben visibili gli argini laterali.

I processi gravitativi, che operano intensamente in altri settori dell'isola, nell'area campione provocano la formazione di modesti corpi di frana per crollo o ribaltamento alla base della falesia tra Casamicciola ed Ischia Porto, che vengono alimentati con frequenza annuale.

Depositi colluviali sono presenti sul fondo dei crateri di Fondo d'Oglio e di Fondo Ferraro e nelle piane isolate tra gli edifici vulcanici.

Nell'area occupata dai prodotti vulcanici recenti il drenaggio canalizzato delle acque superficiali è completamente assente o modificato dalla crescita di edifici e dalla deposizione rapida dei materiali. Ad esempio l'antica direzione di scorrimento del Rio Corbore è stata ostruita dalla colata dell'Arso nel 1302. Il ripido rilievo del contiguo M. Epomeo innesca invece una rete torrentizia delimitata da scarpate di erosione attive o quiescenti visibili all'estremo occidentale della carta.

La falesia tra Casamicciola ed Ischia Porto, già citata a proposito dei movimenti gravitativi, presenta una scarpata di erosione alta da 10 a 50 m, in cui è attiva la tendenza all'arretramento. I depositi di spiaggia attuale emersa sono molto rari lungo queste coste. Sottili strisce, larghe alcuni metri, di depositi costituiti da ciottoli e sabbia sono presenti solo sotto la falesia di Calfieri, alla Spiaggia degli Inglesi, e a Villa Bagni. Depositi di spiaggia antica, a granulometria da sabbiosa a ciottolosa, costituiscono le aree occupate dall'insediamento urbano di Ischia Porto.

Depositi antropici sono presenti in una discarica di materiali inerti, attualmente piantumata, che riempie parzialmente il cratere di Fondo d'Oglio (M. Rotaro) e in una discarica non controllata di rifiuti solidi urbani sul versante destro della Cava del Puzzillo.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

- BUCKNER P. (1986) - *Eruzioni vulcaniche e fenomeni vulcano-tettonici di età preistorica e storica nell'isola d'Ischia*. In «Eruptions volcaniques, tremblements de terre et vie des hommes dans la Campanie Antique», Centre J. Berard, publ. n. 7, Napoli, 28 pp.
- CHIESA S., FORCELLA F., GILLOT P.Y., PASQUARÉ G. & VEZZOLI L. (1986) - *Carta Geologica dell'isola d'Ischia scala 1:10.000*. C.N.R., Progetto Finalizzato Geodinamica, Roma.
- FUSI N., TIBALDI A. & VEZZOLI L. (in stampa) - *Vulcanismo, risorgenza calderica e relazioni con la tettonica regionale nell'isola d'Ischia*. Mem. Soc. Geol. It., 45.
- GILLOT P.Y., CHIESA S., PASQUARÉ G. & VEZZOLI L. (1982) - *< 33.000 yr K-Ar dating of the volcano-tectonic horst of the isle of Ischia, Gulf of Naples*. Nature, 229, 242-245.

- POLI S., CHIESA S., GILLOT P.Y., GREGNANIN A., GUICHARD F. & STELLA R. (1987) - *Major and trace element variation versus time in the volcanic product of Ischia (Gulf of Naples, Italy): evidence of successive magmatic cycles*. Contr. Mineral. Petrol., 95, 322-335.
- POLI S., CHIESA S., GILLOT P.Y., GUICHARD F. & VEZZOLI L. (1989) - *Time dimension in the geochemical approach and hazard estimates of a volcanic area: the isle of Ischia case (Italy)*. Journ. Volcanol. Geotherm. Res., 36, 327-335.
- VEZZOLI L. (ed.) (1988) - *Island of Ischia*. Quaderni Ric. Sc., 114, 10, C.N.R., Roma, 126 pp.

4.4 *Santa Vittoria in Matenano (AP)* (esempi di forme dovute ad intensa dinamica dei versanti in area preappenninica)<sup>(14)</sup>.

#### Premessa

Lo stralcio cartografico presentato si riferisce all'area circostante l'abitato di Santa Vittoria in Matenano (AP), ad oriente dei Monti Sibillini. In mancanza di una carta topografica a grande scala, la carta geomorfologica è stata disegnata su una base topografica ricavata da ortofotocarta della regione Marche. Essa fa parte di un'ampia zona alto-collinare dove affiorano sedimenti argilloso-arenaceo-conglomeratici del Pliocene medio-superiore, disposti a monoclinale ed interessati da dislocazioni fragili per lo più di rigetto modesto. Per l'intensa dinamica dei versanti che la caratterizza, oltre che per le sue caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed antropiche, l'area può essere considerata un campione rappresentativo di parte della fascia preappenninica marchigiana. Il rilievo dell'area raggiunge la quota di 644 m ed è limitato ad Ovest ed a Sud da elevate scarpate (50 m ed oltre) con influenza strutturale, interessate da fenomeni gravitativi; a settentrione e ad oriente il raccordo con rilievi di quota inferiore avviene attraverso versanti articolati in sezioni a diversa pendenza (10-40%).

#### Lineamenti generali dell'area

Nell'area si riconoscono quattro unità litostratigrafiche che corrispondono ad altrettante unità litotecniche.

- Associazione conglomeratica, costituita da ciottoli poligenici, eterometrici, mediamente cementati in strati per lo più di forma lenticolare, con intercalazioni di livelli siltoso-argillosi, discontinui. Lo spessore complessivo è di 40 m circa. Il grado di suddivisione è piuttosto basso; la fratturazione prismatica produce clasti da centimetrici a decimetrici.

- Associazione arenaceo-pelitica, costituita da alternanze di arenarie giallastre, medio-fini, in strati sottili e medi, e argille siltose grigio-azzurre. La stratificazione è piano-parallela, talora lenticolare; presenta una suddivisione piuttosto intensa in poliedri di dimensioni decimetriche.

- Associazione pelitica, costituita da argille e argille siltose, talora marnose, grigio-azzurre, fittamente stratificate. Vi si intercalano veli e livelli siltoso-sabbiosi a geometria lenticolare e discontinua. Il loro grado di suddivisione è medio-basso.

<sup>(14)</sup> A cura di F. DRAMIS & B. GENTILI.

- Associazione arenaceo-conglomeratica, costituita da arenarie giallastre a granulometria medio-fine, mediamente cementate in strati da sottili a spessi ai quali si intercalano livelli conglomeratici. L'elevato grado di fratturazione che caratterizza il litotipo in corrispondenza delle scarpate principali, favorisce l'attivazione di fenomeni di crollo ai quali è connessa la genesi di estesi accumuli detritici.

Nell'ambito dei depositi continentali, le coltri colluviali sono state cartografate solamente nei casi in cui presentavano spessore cospicuo (maggiore di 3 m). Il dato è stato rilevato dall'osservazione di fronti di sbancamento, scavi e sondaggi geognostici.

#### Forme e processi morfogenetici

Grande attenzione è stata rivolta ai processi di versante, con particolare riguardo ai fenomeni gravitativi visto che questi ultimi costituiscono elementi di pericolosità geomorfologica essenziali nella pianificazione territoriale relativa a grandi aree, ma non certo secondari nella risoluzione di problemi puntuali.

Ampliamente diffusi nell'area risultano i movimenti gravitativi, in prevalenza del tipo scorrimento traslazionale. Si tratta di fenomeni di dimensioni notevoli estesi fino a circa 1 km di lunghezza e profondi fino a 20 m, manifestamente attivi con movimenti lenti e continui e brusche accelerazioni in periodi particolarmente piovosi. Il fenomeno rappresentato nella parte occidentale della carta si è mosso, per alcune centinaia di metri, il 4 marzo 1984 sbarrando temporaneamente il Fosso delle Lame. Meno estesi arealmente sono i fenomeni di crollo che interessano, come si è detto, le scarpate litoidi che si sviluppano con andamento all'incirca Nord-Sud nella porzione mediana dell'area. Accanto ai fenomeni suddetti si rinvencono alcuni movimenti del tipo colamento estesi fino a diverse centinaia di metri. Uno di questi è responsabile dello scalzamento al piede di un tratto della scarpata arenaceo-conglomeratica alla cui sommità è posto l'abitato di Santa Vittoria in Matenano. La stessa scarpata è estesamente interessata da fenomeni di crollo, attualmente quiescenti ma la cui attivazione potrebbe indurre potenziali condizioni di rischio sull'area urbanizzata. Degno di nota è inoltre un fenomeno franoso che per la grande varietà di fattori che lo determinano viene classificato come «complesso»; la sua attività interessa in modo vistoso alcuni manufatti del centro storico suddetto.

Sulla destra del Fosso delle Lame, sono infine presenti chiari esempi di erosione calanchiva.

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

- BOSI C., DRAMIS F. & GENTILI B. (1985) - *Carte geomorfologiche di dettaglio ad indirizzo applicativo e carte di stabilità su base geomorfologica*. Geol. Appl. Idrogeol., 20(2), 53-62.
- CENTAMORE E. ed. (1986) - *Carta geologica dei depositi Plio-Pleistocenici tra il F. Tenna ed il F. Trionto*. SELCA-Firenze. In CENTAMORE & DEIANA 1986, St. Geol. Camerti, vol. speciale «La geologia delle Marche».
- CONTI A., DI EUSEBIO L., DRAMIS F. & GENTILI B. (1983) - *Evoluzione morfologica recente e processi in atto nell'alvo del Tenna (Marche meridionali)*. Atti 23 Congr. Geogr. It., Catania, 1983, 2(3), 53-66.

- DRAMIS F. & GENTILI B. (1988) - *Cartografia di instabilità dei versanti su base geomorfologica: esempi nell'area marchigiana*. Atti Conv. «Cartografia e monitoraggio dei movimenti franosi», sess. Cartografia, Bologna, CNR-GNDT, 83-87.
- DRAMIS F., GENTILI B. & PIERUCCINI U. (1979) - *La carta geomorfologica del medio bacino del Tenna (Marche centro-meridionali)*. Geol. Appl. Idrogeol., 14, 197-204.
- GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1987) - *Morfogenesi fluviale ed attività antropica nelle Marche centro-meridionali*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 10, 204-217.
- RODOLFI G., SAVIO S. & MARTENS P. (1978) - *Esperienze di cartografia tematica nel Mugello Centrale (Firenze). Verifica di una metodologia di analisi delle risorse agricole del territorio (6 carte tematiche)*. Annali Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, 9, 67-138.

4.5 *S. Piero a Sieve nel Mugello* (esempio di rapporti tra stabilità del territorio ed interventi agricoli in una conca intra-appenninica) <sup>(15)</sup>.

#### Premessa

L'area in esame costituisce parte del territorio del Comune di San Piero a Sieve (Mugello, Firenze), che è stato oggetto di rilevamenti tematici nell'ambito del Progetto Finalizzato I.P.R.A. (Incremento della Produttività delle Risorse Agricole) del Consiglio Nazionale delle Ricerche, recentemente conclusosi. Il saggio illustra una applicazione della legenda ad un'area di fondovalle di una tipica conca intra-appenninica. Esso dimostra nel complesso una rappresentazione semplice e a basso costo delle evidenze geomorfologiche che possono condizionare la stabilità del territorio in prospettiva di interventi di varia natura sia agricoli che extra-agricoli. Tali rilevamenti (caratteristiche litologiche, processi morfogenetici e forme del paesaggio, utilizzazione del suolo negli anni 1954 e 1988) hanno già costituito oggetto di rappresentazione cartografica, e sono stati integrati, insieme ad altre informazioni, in una Carta delle Unità di Territorio in scala 1:15.000 (RODOLFI & alii, 1990).

#### Lineamenti generali dell'area

L'area scelta come rappresentativa per fornire un esempio della applicabilità della legenda in oggetto occupa un tratto del fondovalle mugellano percorso dal fiume Sieve, principale tributario dell'Arno. Questo corso d'acqua attraversa la depressione da Nord Ovest a Sud Est, mantenendosi alla base delle pendici settentrionali della dorsale che separa il Mugello della conca di Firenze-Pistoia. Non mancano brevi tratti disposti in direzione antiappenninica, a dimostrazione di un controllo strutturale, come si verifica proprio all'altezza di San Piero a Sieve.

La sola formazione geologica del «basamento» qui rappresentato è il Macigno del Mugello, di età oligocenica, che comprende alternanze ritmiche di arenarie turbiditiche quarzoso-feldspatiche, di siltiti e di marne e argilliti. Nei frequenti affioramenti, localizzati esclusivamente in destra idrografica del Sieve, tale formazione mostra un assetto suborizzontale ed è interessata da una densa fratturazione.

<sup>(15)</sup> Ac cura di G. RODOLFI.

Su di questa giace in discordanza una potente serie lacustre di età villafranchiana, costituita da una alternanza di argille, argille limose e limi con lenti di sabbia. È presente in esigue plaghe in destra del Sieve, associata ad orizzonti ligniferi di debole spessore, e molto più estesamente in sinistra, ove costituisce il litotipo più rappresentato.

I relativi affioramenti sono mascherati da vasti lembi terrazzati di depositi alluvionali pleistocenici ed olocenici su di essi discordanti, costituiti da clasti calcarei ed arenacei di varie dimensioni, anche grossolani, testimonianti ambienti ad elevata energia della corrente, disposti in lenti inglobate in una matrice prevalentemente sabbiosa. Il loro spessore può variare da 4 a 10 m. Le frequenti sezioni naturali, che permettono di esaminare in più punti le caratteristiche sedimentologiche, fanno avanzare l'ipotesi di una loro messa in posto ad opera di corsi d'acqua tipo «*braided streams*». Fa eccezione a questa regola la pianura alluvionale olocenica del Sieve e del tratto terminale dei suoi principali affluenti, costituita invece da depositi fini: alternanze di sabbie e limi in prossimità del corso d'acqua, limi ed argille nelle parti distali, per uno spessore massimo non superiore a 4-5 m.

La sequenza delle superfici alluvionali terrazzate, ad eccezione della più antica che non è presente nell'area, è ben evidente sia lungo profili topografici trasversali rispetto agli affluenti del Sieve, sia parallelamente ad essi secondo la direzione degli interfluvii che li separano. Se ne riconoscono, oltre a quella olocenica, inferiore, appena ricordata, altre due: una, mediana, attribuita al Würm, ed una terza, superiore, costruita durante il Riss (SANESI 1965). Su di esse si sono sviluppati differenti tipi di suolo (RODOLFI & alii, 1978):

- Aeric Glossaqualfs, «troncati» a livello dell'orizzonte B, sul terrazzo superiore, attribuiti all'interglaciale Riss-Würm, talora sepolti sotto suoli più recenti;
- Ultic Hapludalfs sul terrazzo mediano, la cui formazione risalirebbe al cataglaciale würmiano;
- Typic Udfluvants, tutt'ora in evoluzione sul terrazzo inferiore.

#### Forme e processi morfogenetici

I versanti modellati nelle rocce coerenti (Macigno del Mugello) sono quasi ovunque coperti da bosco ceduo di latifoglie e caratterizzati da una generale stabilità; solo nei tratti più acclivi, ed in corrispondenza di brusche rotture di pendio, si possono stabilire delle scarpate di degradazione la cui attività si riduce però a sporadici e localizzati crolli. Sulle scarpate affiorano i sedimenti lacustri, a luoghi coperti da un sottile e discontinuo manto di depositi colluviali costituiti da elementi anche grossolani provenienti dallo smantellamento del margine dei lembi di terrazzi sovrastanti.

A causa della prevalente componente argillosa e della natura dei fillosilicati presenti (vi domina la montmorillonite) una densa rete di profonde fessure si sviluppa nei sedimenti lacustri durante la stagione arida; le prime piogge autunnali saturano pertanto il suolo e parte del substrato, innescando lente deformazioni dei versanti fino a profon-

dità massime sempre inferiori ai 10 m. Laddove i movimenti sono accelerati da una maggiore acclività del versante possono crearsi lacerazioni superficiali con accenni di nicchie di frana che però, per effetto di una tecnica da tempo adottata nella gestione agronomica di queste superfici, vengono periodicamente livellate con bulldozers per consentire la completa meccanizzazione delle operazioni colturali.

I depositi colluviali ricordati nel paragrafo precedente, prodotti dalla evoluzione dei tratti più acclivi delle scarpate dei terrazzi, accelerata dall'azione delle acque profonde che emergono al contatto fra i depositi alluvionali antichi ed i sottostanti sedimenti lacustri, vengono ridistribuiti nelle parti inferiori dei versanti ad opera delle acque di ruscellamento superficiale. Anche in questo caso le pendici sono coltivate, e vi domina su vaste estensioni il seminativo nudo, che viene attuato con lavorazioni «a rittochino», cioè secondo le linee di massima pendenza. Il suolo rimane in tal modo privo di protezione proprio nel periodo di massima piovosità (autunno) e preda del ruscellamento diffuso; tale fenomeno interessa anche gli affioramenti di rocce coerenti, laddove una maggiore profondità del suolo consente la messa a coltura. Per quanto concerne la rappresentazione cartografica del fenomeno, pur producendo esso delle forme «effimere» in quanto cancellate dalle successive arature, è stato segnalato laddove ritenuto tale da costituire un serio problema per la conservazione del suolo.

Per quanto concerne le acque superficiali incanalate, se si eccettuano sporadici solchi di erosione concentrata che interessano soprattutto le pendici «argillose», le forme più appariscenti si riscontrano lungo il corso del Sieve e dei suoi affluenti, che mostrano una generale tendenza all'approfondimento, particolarmente accentuata nei tratti che si sviluppano all'interno degli affioramenti dei sedimenti lacustri scarsamente coerenti. La dinamica fluviale ha recentemente subito una notevole accelerazione, anche nel senso di una severa erosione di sponda, particolarmente attiva lungo i tratti non protetti del Sieve. Inoltre, nonostante l'abbassamento del letto già da allora verificatosi per la estrazione di materiali inerti, la pianura alluvionale di fondovalle fu inondata nel corso del famoso evento eccezionale del Novembre 1966. Prima di allora le esondazioni del Sieve si verificavano con frequenza almeno annuale, come dimostrato dalle aree depresse che si possono ancora rilevare ai margini della pianura.

Molto evidenti sono anche le tracce della morfologia fluviale più antica; oltre alle vallecole a fondo concavo che solcano i versanti in arenarie, si riconoscono ancora i conigli alluvionali costruiti dagli affluenti del Sieve nel ciclo precedente, forse nell'ambito di una situazione climatica diversa, che ora osserviamo troncati nelle parti distali da nette scarpate, a tratti attive per fenomeni di crollo o per effetto del ruscellamento diffuso.

Come già accennato, le forme antropiche nell'area in esame sono soprattutto dovute all'agricoltura ed all'attività estrattiva, ora non più condotta negli alvei ma nella pianura alluvionale. Per quanto concerne in particolare l'attività agricola, va sottolineato che, pur essendo quasi ovunque presente, il processo di reptazione non è stato indica-

to nel saggio soprattutto per evitare di sovraccaricare eccessivamente di simboli la carta e di consentire una agevole lettura. Sono invece segnalate le aree di recente urbanizzazione, che interessano sempre superfici di fondovalle, anche se solo parzialmente idonee alla edificazione.

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

- RODOLFI G., SAULLE G., ZANCHI C. & LOLI A. (1990) - *Cartografia integrata di dettaglio per la gestione del territorio nel comune di San Piero a Sieve (Firenze)* (con 5 carte tematiche). S.EL.CA., Firenze, 78 pp.
- RODOLFI G., SAVIO S. & MARTENS P. (1978) - *Esperienze di cartografia tematica nel Mugello Centrale (Firenze). Verifica di una metodologia di analisi delle risorse agricole del territorio* (con 6 carte tematiche). Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, 9, 67-138.
- SANESI G. (1965) - *Geologia e morfologia dell'antico bacino lacustre del Mugello (Firenze)*. Boll. Soc. Geol. It., 84, (3), 169-252.

4.6 *Caloveto (CS)* (esempi di forme di versante connesse a fenomeni di intensa erosione e diffusa franosità in area Appenninica) <sup>(16)</sup>.

#### Premessa

L'esempio riportato si riferisce ad un'area, limitrofa al centro abitato di Caloveto (CS), caratterizzata dalla presenza di intensi processi geomorfologici attivi, per lo più connessi a fenomeni di erosione e frana.

#### Lineamenti generali dell'area

L'area esaminata si trova in destra idrografica del bacino della Fiumara Trionto (CS) occupando una posizione medio-bassa nell'ambito dello stesso, dove affiorano in prevalenza i terreni appartenenti al complesso postorogeno, di età compresa tra il Tortonianiano ed il Pleistocene inferiore. Si tratta di argille marnose, marne argillose, arenarie e conglomerati miocenici trasgressivi sul substrato paleozoico cristallino-metamorfico, qui rappresentato da filladi e scisti filladici. I litotipi maggiormente rappresentati, nella porzione di superficie studiata, sono costituiti dalle Arenarie a Clipeastri, dai conglomerati rossastri e dalle filladi, mentre il membro delle argille marnose affiora su una limitata zona posta a Nord-Est.

#### Forme e processi morfogenetici

Le forme ed i processi presenti sono riconducibili fondamentalmente agli agenti morfogenetici gravità ed acque correnti superficiali. Nei pressi dell'abitato di Caloveto, in corrispondenza dell'affioramento dei conglomerati basali rossastri, profonde e attive incisioni caratterizzano la testata del Torrente S. Giovanni. I processi erosivi sono di tale intensità da interessare anche le filladi del basamento metamorfico. In questa zona sono riconoscibili accumuli di frane non attive nonché deformazioni lente attive. I fenomeni di frana presenti risultano quasi sempre condizionati dalla sovrapposizione di differenti litologie; in particolare dalla sequenza filladi-arenarie che propone frane di tipo complesso, a lenta evoluzione temporale, connesse con

<sup>(16)</sup> A cura di A. PRESTININZI, S. NATOLI & C. ROMAGNOLI.

lo specifico comportamento geomeccanico dei terreni coinvolti. Sulla superficie occupata dalle filladi sono presenti in grande prevalenza colate, mentre le pareti in arenarie sono interessate da crolli e ribaltamenti. Nei pressi del contatto filladi-arenarie appaiono vistose forme riconducibili a deformazioni gravitative profonde di versante: si tratta di trincee, scarpate, grandi ripiani in contropendenza, fratture di tensione e rigonfiamenti nelle zone basali in corrispondenza dell'affioramento delle filladi.

Il saggio in esame interessa una porzione vasta circa 1.5 kmq. Di questa, il 3% è occupato dalle alluvioni attuali, il 2% dalle argille marnose, il 47% dalle arenarie e conglomerati ed il 48% dalle filladi.

Le tipologie di dissesto più diffuse sono costituite da frane complesse, scorrimenti e crolli. Quest'ultimi sono in relazione ad un movimento gravitativo profondo di versante, arealmente esteso per 0.352 Km<sup>2</sup> all'interno dell'area indagata. L'indice di franosità assoluto dell'area risulta pari al 36%, condizionato in gran parte dai fenomeni gravitativi sviluppati all'interno delle filladi. L'indice di franosità relativo alle filladi (58%) è infatti circa il triplo di quello relativo alle arenarie e conglomerati (17%). Nelle filladi, inoltre, si osserva un indice di franosità attiva, pari al 22% dell'area totale interessata da dissesti, circa 4 volte superiore a quello (5%) inerente le arenarie ed i conglomerati. Tali differenziazioni non sono legate ad una diversa influenza dell'energia di rilievo, dato che entrambi i litotipi affiorano con analoga frequenza sui pendii con acclività superiore ai 25 gradi, ma piuttosto è connessa ai seguenti elementi:

a) allo sviluppo di processi di alterazione fisico-chimica nell'ammasso filladico;

b) all'azione erosiva esercitata dalle acque superficiali negli alvei dove affiorano prevalentemente le filladi.

Le argille marnose e le alluvioni, che affiorano alle quote minori in aree pianeggianti, sono prive di fenomeni di instabilità.

I movimenti gravitativi profondi, che condizionano parte della franosità dell'area, sono riconducibili al sollevamento neotettonico che interessa tutta l'area. L'analisi di tali movimenti presuppone uno studio su un'area di più vaste dimensioni.

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

- CARRARA A., CARTON A., DRAMIS F., PANIZZA M. & PRESTINIZI A. (1987) - *Cartografia connessa ai fenomeni di instabilità dei versanti*. Boll. Soc. Geol. It., 6, 199-221.
- PANIZZA M. (1966) - *Carta ed osservazioni Geomorfologiche del territorio di Calopezzati (Calabria)*. Riv. Geogr. It., 73.
- VARNES D.J. (eds.) (1978) - *Slope movements types and processes*. In *Schuster R.L. E Krizek R.J., Landslides analysis and control*, Washington Trasp., Research Board, Spec. Rept. 176, Nat. Acad. Sc., 11-33.

4.7 *Broni e Stradella, nell'Oltrepò Pavese* (esempi di forme e processi dovuti alla dinamica di versante e fluviale nonché all'antropizzazione in un'area pedemontana) <sup>(17)</sup>.

<sup>(17)</sup> A cura di L. LAURETI & L. PELLEGRINI.

#### Premessa

L'area esaminata riguarda il territorio ubicato tra i centri abitati di Stradella e Broni (Pavia), relativo alla fascia pedecollinare dell'Oltrepò Pavese e al lembo dell'antistante pianura compresi tra gli sbocchi vallivi del T. Versa, ad Est, e del T. Scuropasso a Ovest.

La scelta di detta area è motivata, oltre che dalla sua intensa antropizzazione, anche dalla presenza di alcuni dei principali litotipi che caratterizzano una ben più ampia fascia collinare e pedecollinare. Le forme antropiche sono rappresentate non solo dalla accentuata urbanizzazione (si vedano al proposito i centri di Broni e Stradella, nonché i centri minori siti sia in pianura che in collina) ma anche dalle numerose strade e svincoli stradali e autostradali, dalle trincee ferroviarie, dagli impianti sportivi ecc. e ancora dalla pressoché totale utilizzazione delle superfici non edificate a scopi agrari. La coltura della vite, a carattere specializzato, è qui estesa in pianura e soprattutto in collina dove i pendii, anche i più ripidi, risultano stabilizzati dall'adozione di particolari sistemi di impianto a «rittochino» che qui si sostituisce al più classico terrazzamento.

#### Lineamenti generali dell'area

La litologia e la struttura che caratterizzano l'area oggetto del presente lavoro hanno condizionato e condizionano sia la morfologia che la stabilità e, di conseguenza, anche gli interventi umani. Numerosi movimenti franosi e superficiali interessano i versanti anche a debole pendenza compromettendo la stabilità di edifici, strade e di altri manufatti. Non sono rari i casi di vere e proprie colate di materiale argilloso-sabbioso, che riesce ad ostacolare anche le stesse attività agricole. È comunque a queste ultime che si deve, come già accennato, in massima parte la stabilizzazione dei versanti, che in quest'area sono dominati dal classico paesaggio della viticoltura. La pendenza delle superfici topografiche è tale, inoltre, da orientare anche l'andamento della stessa rete stradale che segue generalmente direttrici di fondovalle e di dorsale. Sempre sulle dorsali, proprio per la loro maggiore stabilità, sono ubicati i principali insediamenti umani che, nell'Appennino Pavese, si sono aggregati inizialmente attorno a strutture castellane. Altre posizioni scelte dall'uomo sono rappresentate, più che dai fondi vallivi (utilizzati solo in tempi recenti per la presenza di direttrici viarie più veloci), dai terrazzi e dagli sbocchi vallivi del versante padano. Due tipici esempi al riguardo sono costituiti dalle cittadine di Broni, sviluppatasi lungo la strada statale n. 10 (Padana Inferiore) allo sbocco della valle del torrente Scuropasso, e di Stradella, adagiata in parte su un terrazzo del Po che si stende alla quota di circa 100 metri s.l.m., cioè circa 20 m sul livello della pianura e che è interrotto, a oriente, dall'incisione del T. Versa.

La litologia del substrato relativo alla pianura è costituita da alluvioni sabbiose, limose e argillose wurmiane e post wurmiane su cui si affacciano gli alti terrazzi pre wurmiani, caratterizzati per lo più da un'ossatura ghiaiosa e un'abbondante coltre di alterazioni; questi poggiano su una serie di terreni prequaternari che costituiscono l'ossatura delle prime propaggini collinari. In particolare si tratta di

successioni mioceniche che, nell'area di pertinenza, si presentano dalla più antica alla più recente, come «Marne di S. Agata Fossili», «Formazione gessoso-solfifera», «Conglomerati di Cassano Spinola».

Alla base della sezione di Rocca Ticozzi si trovano le «Marne di S. Agata Fossili», marne siltose grigio-giallastre, passanti verso l'alto a marne grigio-azzurrognole, di età tortoniana, affioranti tutt'attorno allo sperone di Stradella, nelle incisioni più profonde e, soprattutto, più a monte, a Sud dell'abitato di Canneto.

La «Formazione gessoso-solfifera», attribuita al Messiniano Inferiore, è costituita prevalentemente da terreni marnosi con siltiti grigio-azzurrognole, lenti ed interstratificazioni di gesso-areniti. Essa è individuabile nella zona di Torre Sacchetti-Cascinello.

Sovrapposta stratigraficamente e topograficamente alle precedenti e, rispetto ad esse relativamente più esterna, è la formazione dei «Conglomerati di Cassano Spinola», rappresentata in questa zona dall'unità denominata «Membro dei Conglomerati di Rocca Ticozzi», del Messiniano Superiore, la cui composizione litologica varia da calcareniti e calcari, talora leggermente dolomitici, a conglomerati ben cementati, ghiaie e sabbie solo localmente cementate. In quest'ultima formazione sono modellati i rilievi più elevati come la Rocca Ticozzi (già Rocca Mantovana), a quota 272, il Poggio Mozzecane a m 292, il Monte Oriolo (m 241) e sono ubicate le località di Montebruciato (m 274) e Colombara (m 296).

#### Forme e processi morfogenetici

La zona di pianura presenta una morfologia a terrazzi con una scarpata principale olocenica (alta 6-7 m circa) che si affaccia direttamente sull'alveo del Po lungo la congiungente gli abitati di S. Cipriano, Portalbera, Arena Po. Una piccola scarpata, che non è individuabile in modo continuo, costeggia più o meno regolarmente la SS 10 nonché il tracciato della linea ferroviaria Alessandria - Piacenza. Un raffronto fra le aree poste ad Ovest e ad Est dello «Sperone di Stradella» permette di evidenziare una certa difformità: la zona occidentale è caratterizzata dalla presenza del ben netto ed ampio conoide di deiezione del T. Scuropasso sul quale il torrente medesimo scorre, in alcuni punti, in condizioni di pensilità. Al contrario, nella porzione occidentale, il conoide posto allo sbocco della valle Versa è nettamente inciso dal torrente stesso il cui alveo risulta dunque infossato rispetto al livello della pianura; inoltre la suddetta incisione va allargandosi verso la foce, in prossimità di Portalbera, mostrando chiari i segni di un antico percorso meandriforme. Lungo il margine pedecollinare affiorano le tracce, spesso ben nette, di una serie di terrazzi pleistocenici il primo dei quali ospita la città di Stradella. Si tratta di un terrazzo costituito in prevalenza da sabbie e limo argilloso con una copertura di limi molto alterati di colore giallo-arancio; esso è molto ben delineato a ridosso della strada statale. Facilmente individuabili sono altri due piani che si collocano tra Stradella e Rocca Ticozzi, rispettivamente tra i 130 e 180 m di quota, modellati in sabbie miste a limi ferrettizzati e, a luoghi, in

ghiaie con molto rare coperture di limi giallo-arancio del tutto simili ai precedenti. Resti di alluvioni, forse in origine terrazzate, sono presenti a quote più elevate (come nel caso della collina di S. Contardo a monte di Broni, al margine inferiore del saggio cartografico) con ghiaie alterate, sabbie e limo ferrettizzati, ma risultano assai modificati dall'erosione e dai processi gravitativi di versante. Ciò è anche dimostrato dalla presenza, a monte di Stradella, di una vasta area costituita da sfaticcio argilloso e soggetta a un soliflusso generalizzato (con conseguenze visibili su quasi tutti gli edifici che vi sono stati costruiti) e che ha completamente obliterato la morfologia preesistente.

Se da un lato la modesta compattezza di tutti questi materiali ne ha facilitato l'erosione al punto tale che oggi appare assai difficile ricostruire la morfologia originaria, ad eccezione di alcune forme terrazzate al contatto con la pianura o di alcuni lembi residui di vecchie superfici conservatisi sulle dorsali, essa ha favorito altresì le azioni di antropizzazione che spesso si sono manifestate con notevoli movimenti di terreno (sbancamenti, riporti, ecc.) e con l'apertura di cave per l'utilizzazione di argille, marne, ghiaie, gessi, ecc.

Uno sguardo, anche rapido, alla carta (meglio se confrontata con la tavoletta IGM alla scala 1:25.000 rilevata un secolo fa), consente, comunque, di rilevare come, nell'area esaminata, il settore collinare non abbia subito recentemente particolari modificazioni, a differenza del settore comprendente la fascia pedemontana, sia terrazzata che di pianura. Ciò è giustificato soprattutto dall'elevato valore dei terreni sottoposti a cultura vitivinicola specializzata che resiste abbastanza bene anche nella stessa pianura. Qui, e soprattutto nella fascia pedecollinare, l'espansione edilizia dei due centri abitati di Broni e Stradella ne ha praticamente realizzata la fusione (costituendo così una tipica conurbazione, sia pure di modeste dimensioni), mentre la costruzione dell'autostrada Torino-Piacenza e dei suoi svincoli di accesso alla Padana Inferiore, ha ulteriormente intensificato il processo di urbanizzazione. A tale riguardo, la rappresentazione topografica della CTR al 10.000, utilizzata come base per il presente tematismo geomorfologico, è di una tale evidenza e precisione che è risultato superfluo ricorrere, oltre a quelle riportate, all'uso delle relative simbologie, vale a dire quelle che avrebbero dovuto indicare l'estensione dell'area urbanizzata, dei rilevati stradali, ecc.

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

- AA.VV. (1965) - *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000. F° 59, Pavia, II ediz.* Serv. Geol. d'Italia, Roma.
- AA.VV. (1982) - *Piano di Riassetto Territoriale dell'Oltrepò Pavese. Regione Lombardia, Ufficio Speciale per l'Oltrepò Pavese, Aquater-Snam Progetti*, 56 pp., Milano.
- BONI A. (1967) - *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 F° 59 Pavia.* Serv. Geol. d'Italia, 68 pp., Roma.
- BONI A., BONI P., PELOSO G.F. & GERVASONI S. (1980) - *Dati sulla neotettonica del Foglio Pavia (59) e di parte dei Fogli Voghera (71) ed Alessandria (70).* C.N.R., P.F. Geodinamica, pubbl. n. 356, Napoli, 1199-1244.
- BORIANI E. (1953) - *La casa rurale nell'Oltrepò pavese. Ricerche sulle dimore rurali in Italia.* 13, C.N.R. Centro Studi per la Geografia Et-nol., Firenze, 117-144.
- MARCHETTI G., PELLEGRINI L., PEROTTI C. & VERCESI P.L. (1978) -



- Dati preliminari sulla Neotettonica di un settore dell'Appennino nord-occidentale e dell'antistante Pianura Padana (area ad occidente del T. Nure)*. C.N.R. P.F. Geodinamica, pubbl. n. 155, Roma, 261-327.
- MASSI E. (1967) - *L'Oltrepò pavese*. Pubbl. Ist. Geogr. Econ. Univ. Roma, 89 pp.
- PECORA A. (1954) - *La Provincia di Pavia*. Mem. Geogr. Antr., 9, II, C.N.R., Roma, 176 pp.
- SCAGNI G. & VERCESI P.L. (1987) - *Il Messiniano tra la valle Versa e la valle Staffora (Appennino pavese-vogherese) Considerazioni paleogeografiche*. Atti Ticinensi Sc. Terra, 31, 1-20.
- VERCESI P.L., SCAGNI G. (1984) - *Osservazioni sui depositi conglomeratici dello sperone collinare di Stradella*. Rend. Soc. Geol. It., 7, 23-26.

4.8 *Pozzolo nell'Alta Pianura Mantovana* (esempi di forme dovute alla dinamica fluviale ed all'antropizzazione in un'area di pianura) <sup>(18)</sup>.

#### Premessa

L'area qui esaminata ricade nel settore nord-orientale dell'alta pianura mantovana, ai confini con la Provincia di Verona. Si tratta della zona di Pozzolo rappresentata nella Sezione Volta Mantovana Sud della C.T.R. a scala 1:10.000 della Regione Lombardia.

La scelta di questa zona deriva dalla considerazione che essa rappresenta uno dei principali poli estrattivi di tutta la provincia di Mantova (DAL RI, 1991) e dunque, accanto ad evidenti forme naturali dovute alla dinamica fluviale, sono molto ben rappresentate forme legate all'intervento antropico. Anzi, si può affermare che nel settore di pianura dell'alto mantovano l'antropizzazione ha giocato un ruolo fondamentale nel modellamento del paesaggio fisico (CASTALDINI, in stampa).

#### Lineamenti generali dell'area

Dal punto di vista geomorfologico, la zona di Pozzolo è ubicata ai piedi delle colline moreniche del Lago di Garda all'apice dell'ampia incisione che il F. Mincio, che scorre da Nord verso Sud, ha scavato a Nord di Mantova. Si tratta di una depressione a forma approssimativamente triangolare con vertice presso Veggio sul Mincio e base tra Grazie e Mantova (circa 20 Km di altezza e 8 Km di base, complessivi), bordata da scarpate fluviali alte alcuni metri. Nel settore qui esaminato, all'interno dell'incisione affiorano depositi alluvionali del F. Mincio di età olocenica mentre ai bordi affiorano i depositi della piana fluvio-glaciale, del Pleistocene superiore, antistante l'apparato morenico gardesano (CREMASCHI, 1987; PANIZZA & alii, 1988).

L'assetto altimetrico del territorio in esame è stato ottenuto disegnando le curve di livello, con equidistanza di 1 m, col metodo dell'interpolazione grafica, dai punti quotati riportati con suddetta Sezione della C.T.R. della Regione Lombardia. Nella situazione morfologica in cui si trova il territorio di Pozzolo, la definizione dell'assetto altimetrico è poco significativa e di scarsa utilità nello studio geomorfologico, ma in altre situazioni è essenziale nella individuazione e delimitazione di forme di estese dimensioni come ad esempio conoidi alluvionali o dossi fluviali. Da un punto di vista altimetrico la zona studiata presenta quote

abbastanza variabili: sui bordi esterni dell'incisione del Mincio le quote sono comprese tra i 67 e i 57 m mentre all'interno variano tra i 53 e i 46 m. L'assetto morfologico è complicato da numerose scarpate di varia altezza, prevalentemente a direzione Nord-Sud, che determinano vari ordini di terrazzi.

Per quanto attiene le caratteristiche litologiche, la zona risulta costituita soprattutto da depositi prevalentemente ghiaiosi con sabbie eterometriche in percentuale variabile. In questi depositi, osservabili nelle numerose cave di cui si dirà in seguito, si rilevano strutture tipo stratificazione incrociata, embricazione di ciottoli ecc. Le ghiaie sono caratterizzate da elementi grossolani, con anche ciottoli del diametro tra i 10 e i 20 cm, ben arrotondati. Da un punto di vista petrografico sono presenti, in varia percentuale, rocce carbonatiche, magmatiche e metamorfiche; in particolare, si riscontra un 40% di rocce carbonatiche, un 40% di porfidi, un 10% di scisti cristallini, un 5% di graniti e un 5% di altre rocce quali basalti e diaspri (BARALDI & alii, 1976). Ad un esame macroscopico non si riscontrano differenze, né granulometriche né petrografiche, tra i depositi dei vari ordini di terrazzi.

Nella zona più prossima al Mincio, piana attuale, affiorano in superficie sabbie e sabbie limose a componente prevalentemente carbonatica, che corrispondono ai depositi più recenti. Attualmente il Mincio trasporta in carico solo sedimenti pelitici che deposita vari chilometri più a valle della zona in esame prima di impaludarsi nei Laghi di Mantova.

#### Forme e processi morfologici

Le forme e i depositi rilevati ed indicati nel saggio geomorfologico, sono relativi alle acque correnti superficiali (forme e depositi prevalentemente non attivi) e all'antropizzazione (sia forme attive che non attive).

In dettaglio, nel settore ad Est del Mincio, nonostante la presenza di un'intensa attività estrattiva che ha modificato e sta modificando a luoghi la morfologia naturale del paesaggio, sono individuabili, oltre alla piana su cui scorre attualmente il Mincio, ben cinque ordini di terrazzi. Il terrazzo di I ordine corrisponde al livello (quote tra i 67 e i 57 m) della vasta piana che borda ad oriente l'incisione del Mincio e che ricade solo marginalmente nella zona in esame; da questo livello, al livello su cui è ubicata Ca Imperia (q. 59 m circa), si susseguono tre ripiani di limitata estensione, separati da scarpate alte 1-2 m, che corrispondono ai terrazzi di II, III e IV ordine.

Il terrazzo di III ordine (ripiano di V.le Bellavista) e quello di IV ordine (ripiano di Ca' Imperia) sono separati dal terrazzo di V ordine (piana su cui sorge Pozzolo) da una netta scarpata, alta una decina di m, a tratti rappresentata da fronti di cava. Il ripiano di Pozzolo, degradante da Nord verso Sud con quote comprese tra i 53 e i 46 m, è separato dalla piana su cui scorre il F. Mincio da una scarpata a direzione Nord-Ovest Sud-Est alta 1-2 m.

Nel settore in destra Mincio invece, oltre alla piana del fiume stesso, sono riconoscibili solo due ordini di terrazzi. Il I ordine è rappresentato dalla piana fluvio-glaciale

<sup>(18)</sup> A cura di D. CASTALDINI.



al bordo superiore della scarpata principale (alta tra gli 8 e i 20 m) che delimita ad occidente l'incisione del Mincio; le sue quote si correlano perfettamente con quelle del terrazzo di I ordine in sinistra Mincio. Il ripiano immediatamente inferiore è quello su cui è ubicato il centro abitato di Ferri; le sue quote, comprese tra i 51 e i 46 m, sono correlabili con quelle del ripiano di Pozzolo e pertanto rappresenta il terrazzo di V ordine e non di II come la semplice sequenza numerica farebbe presumere. I ripiani di II, III e IV non sono qui rilevabili perché erosi e non depositati. Il terrazzo di Ferri è separato dalla piana attuale del Mincio da una scarpata alta un paio di metri. Le scarpate suddette sono legate ai depositi fluviali del Mincio e ne rappresentano il successivo intaglio ad opera del Mincio stesso quando questi scorreva a quote più elevate e in posizioni diverse dalle attuali. Si tratta pertanto di scarpate non attive; tuttavia le scarpate più prossime al corso attuale del F. Mincio sono state indicate come quiescenti poiché in caso di esondazione del fiume potrebbero essere raggiunte dalle acque ed interessate da processi erosivi; in realtà si tratta di una ipotesi alquanto remota poiché la portata del Mincio è regolata da diversi scaricatori, tra cui quello di Pozzolo rappresentato in carta (Scaricatore Pozzolo-Maglio).

Per quanto riguarda le tracce legate all'idrografia estinta, sono state individuate varie forme. A livello dei terrazzi di I ordine sono riconoscibili, solo sulle foto aeree, tracce diffuse di corsi d'acqua a canali intrecciati che si sviluppano sulla piana fluvio-glaciale antistante l'anfiteatro morenico del Lago di Garda. All'interno della depressione del Mincio sono individuabili tracce di corsi d'acqua abbandonati, a direzione Nord-Sud (paleovalle del Mincio) e luoghi marcati sul terreno da depressioni a fondo concavo; dall'analisi fotogeomorfologica sono stati altresì individuati due coni di rota caratterizzati dalla tipica struttura a ventaglio con linee sinuose più chiare e più scure.

Per quanto concerne le forme antropiche, la zona in oggetto, come del resto tutto il settore dell'alta pianura mantovana, è caratterizzata da un'intensa attività estrattiva ( $2-2,5 \times 10^6 \times \text{mc}/\text{anno}$  di ghiaia e sabbia; BARALDI & ZAVATTI, 1990) poiché i sedimenti descritti presentano buone caratteristiche come inerti per l'edilizia e le vie di comunicazione. In dettaglio, il Piano Cave provinciale di Mantova prevede per il polo di Pozzolo, nel decennio in corso, un quantitativo estraibile di quasi 2 milioni di metri cubi di inerti (DAL RI, 1991).

Le cave aperte possono venir classificate tra i tipi seguenti: cave a fossa coltivate soprafalda e cave a fossa coltivate sottofalda (BARALDI & *alii*, 1980). Le cave del primo tipo vengono coltivate solo pochi metri sotto il piano campagna originario e comunque fino a circa 1 m sopra il livello di massima escursione della falda freatica; una volta abbandonate vengono recuperate all'uso agricolo dopo la stesura sul fondo di uno strato organico pedogenizzato. Le cave del secondo tipo raggiungono profondità di anche 20 m e terminata la coltivazione vengono abbandonate, e in molti casi adibite a scarico occasionale, o attrezzate per la pesca sportiva. Nella zona in esame si riscontrano cave di en-

trambi i tipi, anche se l'attività estrattiva si svolge prevalentemente soprafalda; essa è concentrata ad oriente di Pozzolo a scapito dei terrazzi di I, II, III e IV ordine, descritti in precedenza, che risultano pertanto in progressiva distruzione. Sono qui infatti chiaramente rilevabili numerose aree di cava, con scarpate alte 10-15 m, in maggior parte attive, che risultano a luoghi ampliate rispetto a quanto indicato dalla C.T.R. rilevata agli inizi degli anni ottanta; alcune di esse presentano piccoli specchi d'acqua sul fondo. Un calcolo approssimativo indica, per le sole cave rappresentate in carta, un'estrazione complessiva di circa 5 milioni di metri cubi di inerti.

Nel saggio geomorfologico sono state indicate alcune scarpate artificiali e aree urbanizzate di limitata estensione ad aggiornamento della carta topografica utilizzata. In particolare, per quanto riguarda queste ultime, si nota ad Est di Pozzolo un'area di cava abbandonata utilizzata come superficie edificabile.

L'attività di cava nel polo estrattivo di Pozzolo dà luogo ad una delle tante deturpazioni paesaggistiche presenti nell'alta pianura mantovana (si pensi alla cave abbandonate che appaiono come profonde e vaste buche scavate nel terreno e che danno una connotazione desolante all'area interessata, oppure ai numerosi specchi d'acqua dai contorni geometrici quanto mai lontani dai disegni irregolari che la natura fornisce alle sue entità fisiche) e nel caso particolare comporta la cancellazione di testimonianze paleoambientali rappresentate dai terrazzi del Mincio. Inoltre la messa a giorno in alcune cave abbandonate della falda più superficiale determina potenziali pericoli di inquinamento a seguito di eventuale immissione non controllata da scarichi di vario tipo. La proposta di recupero delle aree estrattive, prevede la restituzione dei terreni all'uso agricolo, secondo criteri che tengano conto della salvaguardia dei valori naturalistici e paesaggistici (BARALDI & *alii*, 1987).

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

- BARALDI F., CANTONI A. & NOVELLINI G. (1976) - *Le ghiaie della pianura mantovana tra Pozzolo, Roverbella, Marengo, Marmirolo, Soave, Rodigo e Goito*. Il Frantoio, Parma, 1-6.
- BARALDI F., CANTONI A., NOVELLINI G. & MALAGÒ R. (1980) - *Censimento delle attività estrattive nella provincia di Mantova*. Acqua e Aria, 6, 777-782.
- BARALDI F., FERRARIO G., LUGANI V. & OTTENZIALI L. (1987) - *Recupero di aree degradate da attività estrattiva nel terrazzo wurmiano di Pozzolo (MN)*. Atti VI Cong. Naz. dell'Ordine dei Geologi, Venezia 25-26-27 Settembre 1987, Padova, 139-147.
- BARALDI F. & ZAVATTI A. (1990) - *Carta di vulnerabilità degli acquiferi a media scala: II. La provincia di Mantova*. In ZAVATTI A. (a cura di) - *Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi*. Pitagora, Bologna, 83-94.
- CASTALDINI D. (in stampa) - *Il ruolo dell'antropizzazione nel modellamento del paesaggio dell'alta pianura mantovana*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena.
- CREMASCHI M. (1987) - *Paleosols and vetusols in the central Po Plain (Northern Italy)*. UNICOPLI, Milano, 306 pp.
- DAL RI R. (1991) - *La pianificazione delle attività di cava*. Ed. delle Autonomie, Roma, 251 pp.
- PANIZZA M., CASTALDINI D., CREMASCHI M., GASPERI G. & PELLE-

GRINI M. (in stampa) - Ricostruzione paleogeografica e geodinamica tardopleistocenica ed olocenica dell'area centropadana tra Verona e Modena. In: ENEL - Contributi agli studi di localizzazione di impianti nucleari in Piemonte e Lombardia. Vol. 2, Roma.

#### 4.9 Costa di Cetraro (Calabria) (esempi di forme di dinamica litorale in area mediterranea) <sup>(19)</sup>.

##### Premessa

Il litorale di Cetraro si estende al piede del versante occidentale della Catena costiera. Tale versante costituisce un fronte montano attivo sviluppatosi, essenzialmente nel Quaternario, la cui parte inferiore è formata da un'altra scarpata di faglia profondamente degradata (VERSTAPPEN, 1977; SORRISO-VALVO & SYLVESTER, in stampa). La tettonica è essenzialmente distensiva ed è senz'altro attiva in senso tettonistico, ma non si sono riscontrati segni superficiali di attività recente, per cui, date le finalità del lavoro, tutti i termini tettonici vengono indicati come quiescenti. Il saggio cartografico propone un tratto del litorale tirrenico la cui evoluzione riflette la dinamica dei processi di denudazione dei versanti e le corrispondenti variazioni degli apporti a mare dei corsi d'acqua.

##### Lineamenti generali dell'area

Nel saggio cartografico proposto sono state rappresentate le seguenti unità litologiche, ottenute raggruppando le varie formazioni affioranti in base al comportamento geomecanico analogo. Nel complesso, si hanno:

1 - Rocce metamorfiche di basso grado, a comportamento plastico, fratturate. Si tratta di filladi e semiscisti ascrivibili alla Formazione del Frido. A tratti è presente del talco, derivato da processi di alterazione.

2 - Rocce carbonatiche rigide, fratturate e stratificate. Sono presenti calcari e dolomie metamorfosate con grado bassissimo. Le formazioni, attribuite al Trias, presentano una stratificazione da netta a poco evidente. Sono presenti pieghe a corto raggio e pieghe faglie.

##### Forme e processi morfogenetici

I processi di denudazione che interessano la scarpata sono rappresentati essenzialmente da movimenti in massa, diffusi soprattutto nelle zone di affioramento delle rocce metamorfiche di basso grado, siano esse di origine pelitica che carbonatica. Un ampio sviluppo presentano le forme dovute a fenomeni di deformazione gravitativa profonda di versante, del tipo *rock flow* (VARNES, 1978). Le frane sono generalmente associate con i fenomeni suddetti e sono prevalentemente del tipo scorrimento. Il grado di attività dei fenomeni gravitativi è attualmente ridotto, ma non se ne può escludere l'eventuale riattivazione a seguito di eventi critici meteorici o sismici, per cui quelli non attivi si possono considerare quiescenti. I pendii appaiono interessati non solo da fenomeni gravitativi, ma portano chiari i segni di intensa attività antropica sia non attiva (gra-

donamenti per lo più abbandonati, cave abbandonate) che attiva (cave attive). I corsi d'acqua che incidono la scarpata strutturale del fronte montano, contribuiscono cospicuamente alla sua denudazione. Essi terminano in genere con conoidi i cui depositi mostrano le caratteristiche sedimentologiche di depositi da flusso iperconcentrato e da colata di detrito, con rari episodi trattivi. La loro attività è attualmente estremamente ridotta e stagionale. I rari eventi di trasporto in massa non producono più accumulo sui conoidi ma, a causa dei lavori di regimazione dei tratti terminali delle aste torrentizie, depositano il materiale sulla spiaggia o direttamente in mare.

I corsi d'acqua principali, come il T. Aron, incidono il fronte montano con valli profonde dai versanti ripidi. Su questi versanti sono presenti fenomeni franosi che costituiscono la fonte principale del materiale che viene trasportato dalle piene invernali. I letti di tali corsi presentano le caratteristiche morfologiche e tessiturali tipiche delle fiumare: letto ghiaioso multicursale a forte pendenza. Gli episodi di trasporto sono però piuttosto rari attualmente, ed essenzialmente limitati ai mesi invernali. In effetti, anche questi corsi sono regimati per mezzo di argini e briglie, per cui gli episodi di esondazione sono ormai rarissimi.

Nonostante l'arginatura, i letti fluviali non mostrano tendenza al sovralluvionamento; anzi nei tratti a monte della zona illustrata nel saggio sono chiari i segni di re-incisione attuale del letto alluvionale. Ciò può in parte dipendere dalla pratica di costruire briglie lungo le aste minori; inoltre, in questi ultimi decenni si è generalmente avuta una riduzione dei fenomeni franosi, per cui si è naturalmente ridotto il volume di detrito trasportabile dai corsi d'acqua. In effetti, questa recente tendenza alla riduzione del trasporto si osserva anche in bacini non regimati. Ciò può non indicare una tendenza generale e a lungo termine, ma comunque costituisce una oscillazione significativa nei processi di denudazione dei versanti. Tale diminuzione del grado di attività del processo di denudazione, infatti, appare generalmente diffusa in questa parte della regione calabrese, e potrebbe essere dovuta sia a variazioni climatiche di breve termine (fine della Piccola Era Glaciale intorno al 1850) che a fattori antropici (regimazione idrica e, specificatamente nella zona studiata, cave in detriti di frana). L'evoluzione della spiaggia riflette in maniera spiccata la dinamica dei processi di denudazione dei versanti e le variazioni degli apporti a mare da parte dei corsi d'acqua afferenti. Tale evoluzione, come si illustrerà più avanti, è fortemente influenzata, però, anche dalle strutture realizzate dall'uomo direttamente sul litorale, costituite nella fattispecie dalle opere portuali di S. Benedetto. L'evoluzione del litorale è stata studiata per mezzo di indagini cartografiche, aerofotografiche e mediante rilievi di campagna. Esse hanno evidenziato che in epoca anteriore alla costruzione del porto di S. Benedetto il litorale era caratterizzato da generali condizioni di stabilità, con marcata tendenza all'avanzamento, specie in corrispondenza di Marina di Cetraro e della zona di foce del F. Aròn. Dopo la costruzione del porto si è registrato, invece, un forte arretramento dell'arenile a Sud dell'opera stessa. Si è valutato

<sup>(19)</sup> A cura di L. D'ALESSANDRO, L. DAVOLI, E. LUPA PALMIERI & M. SORRISO-VALVO.

che, dal 1954 al 1987, l'intera Marina di Cetraro ha subito una riduzione della spiaggia di oltre 160.000 m<sup>2</sup>, con un arretramento medio della linea di riva di 50 metri circa. Tale evoluzione va naturalmente inquadrata nella generale crisi del litorale tirrenico della Calabria settentrionale. Questa si è manifestata a partire dalla fine degli anni '50 ed è da attribuire ad una serie di cause naturali ed antropiche, fra cui spicca la diminuzione degli apporti solidi a mare (D'ALESSANDRO & *alii*, 1982 a, 1982 b). Ma il processo erosivo, come si evidenzia qui di seguito, va comunque attribuito anche alla variazione del regime litoraneo prodotto dalla costruzione del porto. La realizzazione dell'opera è avvenuta nell'arco di cinque anni, fra il 1950 ed il 1955; essa è consistita nella costruzione del molo foraneo, costituito da un primo braccio radicato in corrispondenza di Punta la Testa (lungo 146 m ed orientato Nord-Sud) e da un secondo braccio lungo 219 m, con asse che forma con il primo un angolo di 141°. Già agli inizi degli anni '60 (CORTEMIGLIA & *alii*, 1981), si manifestò cospicuamente il fenomeno di insabbiamento dovuto all'intercettazione del drift litoraneo, diretto verso Sud, da parte del molo foraneo. La sabbia proveniente da Nord, infatti, superata l'estremità del molo andò progressivamente depositandosi in abbondanza a causa di un costante ed accentuato processo di diffrazione del moto ondoso. Tale processo di interrimento è stato senza dubbio accresciuto dal fatto che la costruzione del molo foraneo non è avvenuta in un'unica soluzione, ma è stata realizzata a lotti, quasi inseguendo e sovrappoendosi alla barra sabbiosa che si andava man mano depositando all'apice del molo stesso. Il tentativo di contrastare il processo di interrimento attraverso ripetuti prolungamenti del molo foraneo non ha avuto esito positivo ed il processo stesso è proseguito anche dopo la costruzione del molo orientale, realizzato prima del 1970. Nel 1970-71 si evidenziò, in corrispondenza del molo foraneo, la presenza di una barra sabbiosa, a profondità comprese fra 0,1 e 1,8 m, che emerse fino ad assumere nel 1978 un'ampiezza di circa 24.000 m<sup>2</sup>. Successivamente tale barra si saldò con la spiaggia antistante, precludendo del tutto l'accesso alla banchina principale, reso possibile solo mediante una costante opera di dragaggio. Attualmente la superficie emersa dell'intera barra si è estesa a 58.000 m<sup>2</sup>.

Anche i fondali hanno assunto caratteristiche tessiturali e morfologiche connesse con le suddette condizioni idrodinamiche, come illustrato da COCCO & *alii* (1987). Questi Autori hanno evidenziato la presenza di barre costiere trasversali piuttosto ripide e addensate nel settore settentrionale, e più rade, ma di maggiori dimensioni, in quello meridionale. Attualmente è in corso di preparazione una nuova indagine batimetrica, allo scopo di documentare le variazioni intervenute in quest'ultimo periodo.

In definitiva si può ritenere che l'erosione della spiaggia a Sud dell'opera portuale è da ricollegare alla modificazione del regime litoraneo indotta dall'opera stessa. Ma l'evoluzione e l'entità dell'erosione sono tali da non potere essere attribuiti solo a questa causa locale. Il fenomeno erosivo, come già detto, è da inquadrare nella generale crisi

erosiva del litorale tirrenico della Calabria, che ha alla base numerose e diverse cause, sia di natura antropica, sia di carattere fisico. Fra i primi risulta di particolare rilevanza l'espansione edilizia che ha alterato radicalmente l'assetto naturale delle spiagge, sottraendo al mare zone strettamente connesse con la sua dinamica. L'urbanizzazione si è talmente estesa da giungere a breve distanza dalla linea di riva (D'ALESSANDRO & *alii*, 1985). Di primaria importanza è risultata anche l'attività estrattiva, localizzata sia negli alvei fluviali sia lungo gli stessi arenili, determinando l'asporto di ingenti quantità di sabbia. Va, infine, rimarcata la estesa realizzazione di opere di bonifica montana e di regimazione idraulica, connesse con i gravi problemi di instabilità dei versanti e di erosione del suolo. Questi interventi hanno di certo fortemente contribuito alla cospicua riduzione degli apporti solidi a mare da parte dei corsi d'acqua, alterando così l'equilibrio sedimentario delle spiagge.

Il diffuso processo erosivo ha indotto alla realizzazione di estese opere di primo intervento lungo gran parte del litorale tirrenico calabrese. L'erosione verificatasi a Sud del porto di Cetraro è stata dapprima contrastata con una serie di scogliere longitudinali aderenti, cui sono state aggiunte successivamente opere trasversali orientate in modo da intercettare la corrente longitudinale. Al momento la riduzione della spiaggia emersa, così protetta, appare contenuta; ma essa, comunque, è vistosamente listata da tali serie di strutture artificiali che ne contrassegnano e rimarcano l'attuale stadio di precario equilibrio.

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

- COCCO E., DE MAGISTRIS M.A. & DE PIPPO (1987) - *Variazioni del regime litoraneo indotte da interventi antropici nell'area di Cetraro Marina*. Mem. Soc. Geol. It., 37, 435-458.
- CORTEMIGLIA G.C., LAMBERTI A., LIBERATORE G., STURA S. & TOMASICCHIO U. (1981) - *Effects of harbour on the shoreline variations along Italian coasts*. XXV International Navigation Congress, Permanent International Association of Navigation Congress section II, 68 pp.
- D'ALESSANDRO L., DAVOLI L., FREDI P. & LUPA PALMIERI E. (1982a) - *Il litorale calabro compreso tra il delta del F. Savuto e Capo Bonifazi: evoluzione della spiaggia e variazione del regime anemometrico*. C.N.R. Progetto finalizzato Conservazione del Suolo, 39 pp.
- D'ALESSANDRO L., DAVOLI L., FREDI P., LUPA PALMIERI E. & RAFFI R. (1982b) - *Beach erosion on the Thyrrenian coast of Calabria: considerations about natural and man induced causes*. In: Coastal problems in the Mediterranean Sea. Proc. of a Symp., Venice, 1982. I.G.U. Comm. on Coast Envir., Bologna, 69-76.
- D'ALESSANDRO L., DAVOLI L., FREDI P., LUPA PALMIERI E. & RAFFI R. (1985) - *Atlante delle spiagge italiane. Foglio 228 (Cetraro) e Foglio 229 (Paola)*. C.N.R., SELCA, Firenze.
- SORRISO-VALVO M. & SYLVESTER A. (1993) - *Geomorphology of a mountain front: the Tyrrhenian Coastal chain (Calabria, South Italy)*. Proceed. IGU-COMTAG Int. Symp., Cosenza, 1990.
- VARNES O.J. (1978) - *Slope movement type and processes*. In: R. Schuster & J. KRIZEK, eds.: Landslides, analysis and control. Transp. Res. Board, sp. rep. n° 176, 11-33.
- VERSTAPPEN T. (1977) - *Sulla geomorfologia della parte sud-occidentale della Provincia di Cosenza*. Boll. Soc. Geogr. It., 6, 541-562.

# LEGENDA GEOMORFOLOGICA AD INDIRIZZO APPLICATIVO

## 1 - DATI STRUTTURALI

1.1 Limite: a) definito; b) non ben definito	a		
	b		
1.2 Giacitura degli strati: a) orizzontale; b) verticale; c) inclinato; d) rovesciato	a	b	
	c	d	
	1.3 Faglia* a) certa; b) presunta o coperta	a	b
	1.4 Sovrascorrimento* 		
1.5 Frattura* 			
1.6 Roccia intensamente fratturata 			

## 2 - FORME TETTONICHE E STRUTTURALI

	STATO DI ATTIVITA*	
	ATTIVO	NON ATTIVO
2.1 Orlo di scarpata di faglia*		
2.2 Orlo di scarpata con influenza strutturale*		
2.3 Superficie strutturale		

## 3 - FORME SISMICHE \*

	STATO DI ATTIVITÀ
	ATTIVO
3.1 Vulcanello di sabbia o di fango	
3.2 Depressione per sprofondamento	

## 4 - FORME VULCANICHE \*

	STATO DI ATTIVITA*	
	ATTIVO	NON ATTIVO
4.1 Limite morfologico esterno degli edifici vulcanici		
4.2 Orlo di cratere, caldera o edificio collassato		
4.3 Centro eruttivo, bocca eruttiva, centro di emissione di lave		
4.4 Centro di attività esplosiva*		
4.5 Domo vulcanico		
4.6 Colata di lava e direzione di flusso		

## 5 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE\*

	STATO DI ATTIVITÀ		
	ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
5.1 Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana*			
5.2 Orlo di scarpata di frana localmente attiva per processi diversi da quelli che la hanno determinata			
5.3 Trincea o fessura*			
5.4 Frattura di trazione*			
5.5 Area interessata da deformazioni gravitative profonde*			
5.6 Area interessata da deformazioni superficiali lente*			

Le voci contrassegnate da un asterisco (\*) vengono specificate nelle "NOTE ILLUSTRATIVE SULLE MODALITÀ DI IMPIEGO DELLA LEGENDA"

5.7 Area interessata da soliflusso generalizzato*			6.9 Area interessata da ruscellamento diffuso		
5.8 Falda detritica a); cono detritico b)			6.10 Cono colluviale		
5.9 Corpo di frana per crollo o ribaltamento*			6.11 Cono alluvionale		
5.10 Corpo di frana per scorrimento: a) scivolamento traslazionale; b) scivolamento rotazionale			6.12 Cono di origine mista		
5.11 Corpo di frana per colamento*			6.13 Cono fluvioglaciale		
5.12 Corpo di frana di genesi complessa inclusi i fenomeni di trasporto in massa*			6.14 Dosso fluviale		
5.13 Piccola frana non fedelmente cartografabile*			6.15 Traccia di corso fluviale*		
5.14 Contropendenza significativa nel corpo di frana			6.16 Tracce diffuse di corsi d'acqua a canali intrecciati*		

**6 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI**

STATO DI ATTIVITÀ  
 ATTIVO      QUIESCENTE      NON ATTIVO

6.1 Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia			6.17 Sito di deviazione fluviale conosciuta, attribuita essenzialmente a fenomeni naturali*		XII sec. d.C.
6.2 Cascata o rapida a); gradino vallivo b)			6.18 Ventaglio di esondazione (cono di rotta)*		
6.3 Superficie di erosione fluviale			6.19 Risorgiva a), con testata di incisione b)		
6.4 Vallecola: a) a fondo piatto; b) a V; c) a fondo concavo			6.20 Depressione palustre		
6.5 Alveo con tendenza all'approfondimento			6.21 Area depressa in pianura alluvionale, conca di decantazione		
6.6 Solco di erosione concentrata			6.22 Area allagata da esondazione fuori dagli argini*		
6.7 Area calanchiva*			6.23 Area periodicamente allagata		
6.8 Area con piramidi di terra			6.24 Granulometria dei depositi superficiali*: a) massi; b) ghiaia; c) sabbia; d) limo e argilla		
			6.25 Deposito colluviale		
			6.26 Deposito torboso		

6.27 Conglomerato



## 7 - FORME E DEPOSITI CARSIICI

STATO DI ATTIVITÀ\*  
ATTIVO                      NON ATTIVO

7.1 Orlo di scarpata carsica, bordo di polje, bordo di canyon



7.2 Area con campi solcati\*



7.3 Dolina, grande depressione carsica



7.4 Campo di doline ravvicinate\*



7.5 Depressioni da subsidenza in rocce coerenti non carsificabili sovrastanti rocce carsificabili



7.6 Dolina di crollo:\* a) a pozzo; b) a pozzo con blocchi di frana



7.7 Valle cieca\*



7.8 Valle chiusa\*



7.9 Grotta: a) grotta sorgente; b) imboccatura di grande pozzo



7.10 Planimetria di cavità vicino alla superficie (rappresentata in superficie)



7.11 Inghiottoio\*



7.12 Deposito di travertino



## 8 - FORME E DEPOSITI GLACIALI

STATO DI ATTIVITÀ  
ATTIVO                      QUIESCENTE                      NON ATTIVO

8.1 Orlo di scarpata di erosione e/o gradino di valle glaciale



8.2 Orlo di circo



8.3 Cresta rocciosa



8.4 Conca di sovraescavazione



8.5 Orlo di terrazzo di Kame



8.6 Sella di transfluenza\*



8.7 Roccia montonata



8.8 Superficie di erosione



8.9 Arco e/o cordone morenico\*



8.10 Collina tipo Esker



8.11 Deposito glaciale:  
a) masso erratico



## 9 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI CRIONIVALI

STATO DI ATTIVITÀ  
ATTIVO                      QUIESCENTE                      NON ATTIVO

9.1 Nicchia da nivazione



9.2 Area interessata da geliflusso generalizzato\*



9.3 Canalone di valanga



9.4 Cono di valanga



9.5 Rock glacier



9.6 Nivomarena



- 9.7 Lobo di geliflusso
- 9.8 Deposito crionivale

- 10.16 Apporto solido:\*  
a) materiale prevalentemente grossolano; b) materiale prevalentemente fine

**10 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI MARINI , LAGUNARI E LACUSTRI**

STATO DI ATTIVITÀ

ATTIVO QUIESCENTE NON ATTIVO

- 10.1 Area litoranea subsidente per cause naturali\*
- 10.2 Linea di riva più recentemente restituita\*
- 10.3 Linea di riva sommersa
- 10.4 Tendenza evolutiva delle linee di riva più recentemente restituite:  
a) all'arretramento;  
b) all'avanzamento\*
- 10.5 Orlo di scarpata di erosione marina\*
- 10.6 Depressione di retrospiaggia
- 10.7 Cordone litoraneo
- 10.8 Variazione dei fondali oltre l'isobata di 2 m: a) in accumulo;  
b) in erosione\*
- 10.9 Barra e/o cordone sottomarino:  
a) singolo; b) in serie
- 10.10 Barra di foce fluviale o di bocca lagunare: a) singola; b) in serie
- 10.11 Orlo di piattaforma di abrasione
- 10.12 Ripiano di erosione
- 10.13 Bocca lagunare
- 10.14 Canale lagunare
- 10.15 Canyon sottomarino

- 10.17 Verso del trasporto solido:\*  
a) certo; b) supposto

- 10.18 Rip current e flusso trasversale\*

- 10.19 Granulometria dei sedimenti della spiaggia emersa e sotto marina:\* a) ciottoli; b) sabbia; c) limo e argilla

**11 - FORME E DEPOSITI EOLICI**

STATO DI ATTIVITÀ

ATTIVO NON ATTIVO

- 11.1 Duna e/o cordone dunare
- 11.2 Deposito eolico

**12 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI \***

STATO DI ATTIVITÀ\*

ATTIVO NON ATTIVO

- 12.1 Orlo di scarpata artificiale
- 12.2 Discarica\*
- 12.3 Superficie da riporto (R) o colmata (C)
- 12.4 Cava, cavità artificiale\*:  
a) asciutta; b) con fondo allagato
- 12.5 Area interessata da attività estrattiva
- 12.6 Miniera a cielo aperto:  
a) asciutta; b) con fondo allagato
- 12.7 Imbocco di galleria:  
a) di cava; b) di miniera
- 12.8 Superficie da sbancamento



12.9 Area urbanizzata\*



12.10 Area subsidente in seguito ad attività estrattiva\*



12.11 Area degradata:  
a) da disboscamento;  
b) da pascolamento



12.12 Terrazzamento agrario



12.13 Reptazione agricola



12.14 Pista da sci



12.15 Tratto di fiume incanalato artificialmente



12.16 Opere principali di sbarramenti fluviali\*



12.17 Cassa (bacino) di espansione delle piene\*



12.18 Opera di sistemazione maritti ma lungo il litorale (pennello, barriera): a) emergente:  
b) soffolta



### 13 - FORME DI ORIGINE COMPLESSA

STATO DI ATTIVITÀ

ATTIVO

NON ATTIVO

13.1 Area con movimenti verticali del suolo accertati con misure ripetute\*: a) sollevamento;  
b) abbassamento



13.2 Superficie di erosione-denudazione



13.3 Deposito di varia origine



### IDROGRAFIA

Corso d'acqua perenne



Corso d'acqua temporaneo



Lago, specchio d'acqua



Limite di ghiacciaio



Limite di nevaio semipermanente



## BIBLIOGRAFIA GENERALE

- BISCI C. & DRAMIS F. (1992) - *Il concetto di attività in geomorfologia: problemi e metodi di valutazione*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 14 (1991), 193-199.
- BLUMETTI A., DRAMIS F., GENTILI B. & SIGNANINI P. (1987) - *Una legenda per la cartografia degli elementi geologici e geomorfologici in pericolosità sismica*. Mem. Soc. Geol. It., 37, 595-600 (in stampa).
- BOSI C. (1978) - *Considerazioni e proposte sulla elaborazione di carte della stabilità*. Geol. Appl. Idrogeol., 13, 245-281.
- BOSI C., DRAMIS F. & GENTILI B. (1985) - *Carte geomorfologiche di dettaglio ad indirizzo applicativo e carte di stabilità su base geomorfologica*. Geol. Appl. Idrogeol., 20 (2), 53-62.
- BRUNSDEN D. (1973) - *The application of systems theory of the study of mass movement*. Geol. Appl. Idrogeol., 8, 185-207.
- CAMPBELL D. (1980) - *Landslide map showing field classification Point Dune Quadrangle, California*. USGS Miscell. Field Studies Map, MF-11167.
- CARRARA A., D'ELIA B. & SEMENZA E. (1983) - *Classificazione e nomenclatura dei fenomeni franosi*. Geol. Appl. Idrogeol., 18 (3), 201-221.
- CASTALDINI D., CAVALLIN A., LAZZAROTTO A., PANIZZA M., PAPANI G. & VERCESI P.L. (in stampa) - *Metodologia adottata negli studi di neotettonica*. ENEL, I, Roma.
- CASTIGLIONI G.B. (1982) - *La cartografia geomorfologica tra ricerca di base e ricerca applicata*. Boll. Soc. Geogr. It., ser. 10, 10-12, 609-632.
- CASTIGLIONI G.B. (1986) - *Criteri informativi del progetto di una carta Geomorfologica della pianura Padana*. «Materiali» del Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova, 7, 31 pp.
- COTECCHIA V. (1978) - *Systematic reconnaissance mapping and registration of slope movements*. Inter. Ass. Eng. Geol. Bull., 17, 5-37.
- D'ALESSANDRO L., GENEVOIS R. & PRESTININZI A. (1979) - *Preliminary report on earthflow in the Sangro Valley (Central Italy)* Polish-Italian Seminar, 58-63, Szymbark.
- DEMEK J. (ed.) (1972) - *Manual of Detailed Geomorphological Mapping*. IGU Comm. Geomorph. Surv. Mapping, Czech. Acad., Sc. Academia, Prague.
- DEMEK J. & EMBLETON C. (eds) (1978) - *Guide to Medium Scale Geomorphological Mapping*. IGU, Brno.
- DRAMIS F., GENTILI B. & PIERACCINI U. (1979) - *La carta geomorfologica del medio bacino del Tenna (Marche centro-meridionali)*. Geol. Appl. e Idrogeol., 14 (2), 197-204.
- ESU F. (1980) - *Progressi nelle conoscenze dei movimenti franosi in Italia*. Atti 14° Conv. Naz. Geotecn. Firenze, 2, 335-350.
- GRUPPO NAZIONALE GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA (1987) - *Cartografia della pericolosità connessa ai fenomeni di instabilità dei versanti*. Nota a cura di: CARRARA A., CARTON A., DRAMIS F., PANIZZA M. & PRESTININZI A. Boll. Soc. Geol. It., 100, 199-221.
- KEEFER D.K. (1984) - *Landslides caused by earthquakes*. Geol. Soc. Amer. Bull., 95, 406-421.
- PANIZZA M. (1972) - *Schema di legenda per carte geomorfologiche di dettaglio*. Boll. Soc. Geol. It., 91, 207-237.
- PANIZZA M. (1988) - *Geomorfologia applicata*. La Nuova Italia Scientifica. Roma, 342 pp.
- PANIZZA M., BETTELLI G., CARTON A., COLOMBETTI A., FAZZINI P., MONTI A., NORA E., PELLEGRINI M., PIACENTE S., SANDONI G., SCARPA S. (1980) - *Studio coordinato interdisciplinare sulla stabilità e gli interventi di difesa nell'area del Monte Santa Giulia (Val Rossena - Appennino modenese - Italia)*. Atti Soc. Nat. Mat. Modena, 111 (2), 126 pp.
- PELLEGRINI G.B. (1976) - *Problemi di metodo per la costruzione di una carta geomorfologica a grande scala nel bacino dell'Alpago*. Atti Mem. Acc. Patavina Sc. Lett. Arti, (1975/76): Cl. di Sc. Mat. e Nat., 88 (2), 43-51.
- PELLEGRINI G.B. (1991) - *Cartografia Geomorfologica*. Atti del Convegno sul tema «Ricerca Geografica e Cartografia», Firenze, 19-20 ottobre 1990, Riv. Geogr. It., 40.
- SAURO U. (1981) - *Morphogenetical and cronological aspect of some karst areas in Italian Alps* Proc. 8<sup>th</sup> Int. Speleol. Congr., Browling Geen, USA.
- SORRISO VALVO M. (1984) - *Deep seated gravitational slope deformations in Calabria (Italy)*. Actes Coll., Caen, B.R.H.M., 83 pp.
- VARNES D.J. & COMMISSION ON LANDSLIDES AND OTHER MASSMOVEMENTS IAEG (1984) - *A review of principles and practice landslide hazard zonation*. Unesco Press. Paris.
- VERSTAPPEN H.TH & VAN ZUIDAN R.A. (1989) - *A basis for the evaluation of natural resources and bawards*. ITC system of Geomorphologic Survey.
- VOIGHT B. (ed) (1978) - *Rocksides and avalanches*. 1, Elsevier, Amsterdam.
- ZARUBA Q. & MENCL V. (1969) - *Landslides and their control*. Academia Prague. 202 pp.