

DORIANO CASTALDINI (*) & MARIO PANIZZA (*)

CONTRIBUTO ALLA DEFINIZIONE DEL LIMITE TRA EVIDENZE DI NEOTETTONICA E FENOMENI DOVUTI AD ALTRE CAUSE (**)

Abstract: CASTALDINI D. & PANIZZA M., *Contribution to a definition of the limit between signs of neotectonic activity and other causes.*

This paper describes various examples of geomorphological research, which in close relation to stratigraphic, geopedological, structural-geological data as well as other data, permitted either the identification of activity or the exclusion of the presence of «linear neotectonic elements». The examples described are situated in northeastern Italy.

A normal fault has displaced by a few meters morainic deposits of the Upper Pleistocene on the eastern side of lake Garda in the area of S. Vigilio. Along the Modena Apennine margin between Sassuolo and Maranello, marine sediments of the Lower Pleistocene proved to be arranged vertically or overturned by a tectonic element that could not be identified with certainty (flexure, breakthrust or fault). New data confirm Holocene activity of a fault in the area of Mazzin (Dolomites). Morphological signs of recent activity of faults revealed in the subsurface were identified in the area of Mantova by means of seismic prospecting.

Neotectonic phenomena are excluded in the case of fluvioglacial faulted deposits of the Upper Pleistocene revealed in the vicinity of Manerba and Desenzano (western side of lake Garda) and in the vicinity of Dolcè (lower Adige valley).

In conclusion, the authors confirm the importance of carrying out thorough investigations before attributing tectonic causes to evident faulting or folding, even when Quaternary deposits are involved. They also stress that even in more detailed studies there may be some amount of uncertainty as to the nature and characteristics of the phenomenon examined. When the tectonic nature of the phenomenon has been identified, but elements for precise dating are lacking, it is possible to date a tectonic movement by analyzing the relationships existing between deposits whose age is certain and geomorphological evidence linked to the movement itself.

KEY WORDS: Neotectonics, Pleistocene, Northeastern Italy.

Riassunto: CASTALDINI D. & PANIZZA M., *Contributo alla definizione del limite tra evidenze di neotettonica e fenomeni dovuti ad altre cause.*

Nel lavoro vengono illustrati vari esempi di ricerche a carattere geomorfologico che, in stretta connessione con dati di tipo stratigrafico, geopedologico, geologico strutturale ecc., hanno messo in evidenza l'attività od hanno escluso la presenza di «elementi neotettonici lineari». Gli esempi descritti si trovano nell'Italia nord-orientale.

Nell'area di S. Vigilio, sulla costa orientale del L. di Garda, depositi morenici del Pleistocene superiore sono dislocati, con un rigetto

di pochi metri, da una faglia di tipo diretto. Tra Sassuolo e Maranello lungo il margine appenninico modenese, sedimenti marini del Pleistocene inferiore risultano verticalizzati o rovesciati da un elemento tettonico non definibile con esattezza (flessura, piega-faglia o faglia). Nell'area di Mazzin (Dolomiti) nuovi dati confermano l'attività olocenica di una faglia. Nell'area di Mantova sono stati individuati indizi morfologici sull'attività recente di faglie rilevate nel sottosuolo con la proiezione sismica.

Vengono invece esclusi fenomeni neotettonici nel caso di depositi fluvioglaciali del Pleistocene superiore dislocati rinvenuti presso Manerba e Desenzano (costa occidentale del L. di Garda) e presso Dolcè (bassa Val d'Adige).

In conclusione gli Autori ribadiscono l'importanza di effettuare accurate indagini prima di associare ad evidenti dislocazioni o piegamenti, anche in depositi quaternari, cause tettoniche e sottolineano che anche gli studi più dettagliati possono lasciare margini di incertezza circa la natura e le caratteristiche del fenomeno osservato. Qualora si sia accertata la natura tettonica del fenomeno individuato, ma manchino elementi di datazione sicura, è possibile datare un movimento tettonico analizzando i rapporti tra depositi di età certa ed indizi geomorfologici connessi al movimento stesso.

TERMINI CHIAVE: Neotettonica, Pleistocene, Italia nord-orientale.

PREMESSA

Uno degli obiettivi del Progetto Nazionale del Min. P.I. «Morfoneotettonica» è di verificare la validità e i limiti delle metodologie morfoneotettoniche anche riguardo al ruolo, attivo e passivo, della tettonica nell'evoluzione del rilievo. Nell'ottica di tale obiettivo, in questo lavoro vengono illustrati vari esempi di ricerche a carattere geomorfologico che, in stretta connessione con dati di tipo stratigrafico, geopedologico, geologico strutturale ecc., hanno messo in evidenza l'attività od hanno escluso la presenza di «elementi neotettonici lineari».

Gli esempi qui di seguito descritti sono ubicati nell'Italia nord-orientale, che costituisce l'area di studio del Gruppo Locale di Modena, e in particolare sono stati rinvenuti nelle Dolomiti, nel settore meridionale del L. di Garda, nel settore centrale della Pianura Padana e al margine padano dell'Appennino settentrionale (fig. 1).

(*) Istituto di Geologia dell'Università di Modena.

(**) Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto Nazionale di Ricerca del M.P.I. «Morfoneotettonica» - Fondi 40% (Resp. Locale M. Panizza).

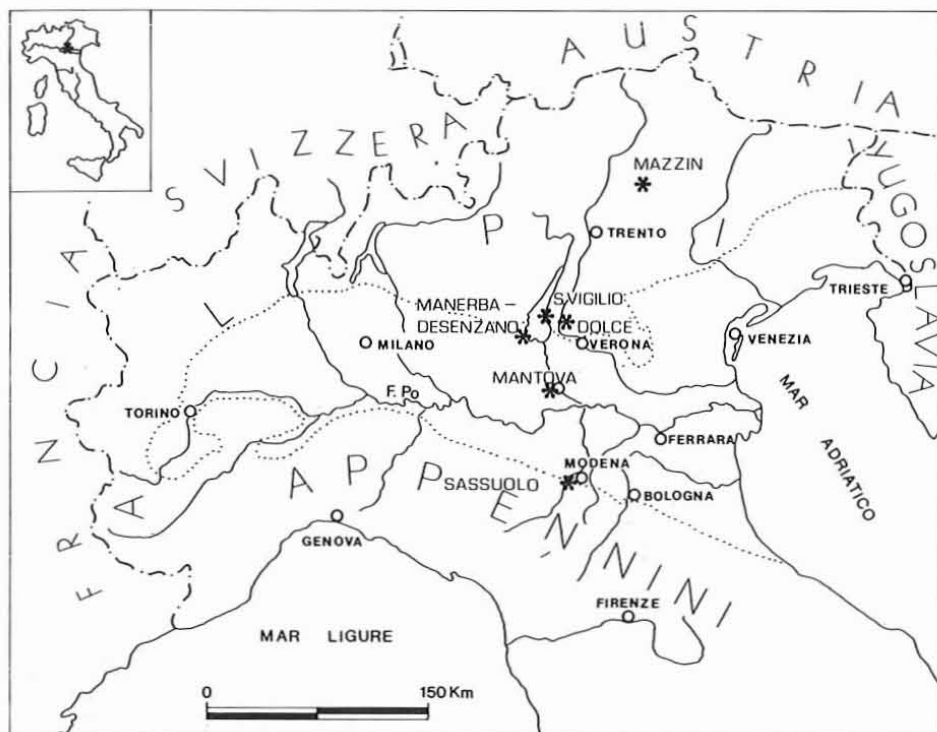


FIG. 1 - Carta indice degli esempi descritti.

CENNI METODOLOGICI

La metodologia di studio adottata nelle indagini di morfotettonica è descritta in PANIZZA & *alii* (1987). Sommarariamente, tali indagini si sono articolate, sia per le aree di montagna che di pianura, nelle seguenti fasi di ricerca con gradi di dettaglio interpretativo via via maggiore.

— *Ricerca bibliografica*: raccolta, elaborazione e interpretazione dei dati bibliografici che indicano o fanno presumere l'esistenza di dislocazioni neotettoniche.

— *Interpretazione di immagini da satellite*: identificazione e selezione dei lineamenti di origine naturale e possibile significato neotettonico.

— *Fotoaereointerpretazione*: censimento e selezione degli indizi geomorfologici di neotettonica e dei lineamenti ad essi associati.

— *Rilevamento sul terreno*: verifica delle ipotesi neotettoniche e precisazioni geometriche, geologiche e geomorfologiche degli eventuali elementi tettonici.

PROBLEMI TERMINOLOGICI

Non si intende qui soffermarsi ulteriormente sulla metodologia citata in precedenza, tuttavia è opportuno porre l'accento su una questione a carattere terminologico che riguarda gli elementi neotettonici ⁽¹⁾ individuati.

In PANIZZA & *alii* (1987), CASTALDINI & *alii*, (1988) e

⁽¹⁾ È preferibile il termine «elemento tettonico» piuttosto che «struttura tettonica» poiché quest'ultimo termine viene usato con diversi significati (BOSI & CARRARO, 1979; OLLIER, 1987).

infine in PANIZZA (1988), per valutare l'attività degli elementi tettonici viene proposta una classificazione che differisce da quella adottata nei prodotti del Progetto Finalizzato Geodinamica Sottoprogetto Neotettonica (AUTORI VARI, 1978, 1979, 1980, 1982; BARTOLINI & *alii*, 1982; ZANFERRARI & *alii*, 1982; CIARANFI & *alii*, 1983; AMBROSETTI & *alii*, 1987).

La classificazione in oggetto è la seguente:

1) *Elemento tettonico attivo*: accertata dislocazione e/o deformazione di rocce e/o forme significative.

2) *Elemento tettonico ritenuto attivo*: in base ai numerosi, qualificati e congruenti indizi geomorfologici o di altro genere, ma senza visibile dislocazione e/o deformazione di rocce e/o forme significative; è comunque geologicamente accertata una faglia o una deformazione tettonica, pur non attiva.

3) *Elemento tettonico ritenuto non attivo*: in base a scarsi, non qualificati e non congruenti indizi geomorfologici o di altro genere e senza visibile dislocazione e/o deformazione di rocce e/o forme significative; è comunque geologicamente accertata una faglia o una deformazione tettonica, pur non attiva.

4) *Elemento tettonico non attivo*: accertata non dislocazione e/o deformazione di rocce e/o forme significative; è comunque geologicamente accertata una faglia o una deformazione tettonica, pur non attiva.

5) *Lineamento qualificato*: con numerosi, qualificati e congruenti indizi geomorfologici o di altro genere, ma senza affioramenti atti ad accertare dislocazione e/o deformazione.

6) *Lineamento poco qualificato*: con indizi geomorfologici non qualificati e/o non congruenti e senza affioramenti atti ad accertare dislocazione e/o deformazione.

7) *Lineamento non corrispondente a elemento tettonico*:

pur con numerosi e/o qualificati e/o congruenti indizi geomorfologici, ma con accertata non dislocazione e/o deformazione della roccia.

Si precisa che per rocce e/o forme «significative» si intendono quelle di età compresa nel periodo neotettonico (2) considerato e che, per la diversità dei caratteri geologici e geomorfologici rilevati lungo il loro tracciato, gli elementi tettonici vanno suddivisi in tratti a differente classificazione neotettonica.

Questa classificazione, se da un lato introduce altre definizioni in un settore in cui sono ancora in atto ricerche per la compilazione di un Glossario di Morfotettonica (OLLIER, 1984, 1985, 1987), dall'altro chiarisce ulteriormente il concetto di attività (3) «certa» o «probabile» che compare nelle varie carte neotettoniche. Inoltre il ter-

mine *lineamento qualificato* consente di introdurre in un quadro neotettonico degli elementi che non sarebbe corretto elevare al rango di strutture tettoniche ma nemmeno opportuno trascurare.

ESEMPI DI EVIDENZE DI NEOTETTONICA

A luoghi, anche quando è possibile la verifica dei dati per accertare un elemento tettonico, possono presentarsi diverse situazioni. Ad esempio l'elemento tettonico può essere definibile in tutte le sue caratteristiche (tipo, giacitura, lunghezza, rigetto, periodo di attività) oppure, più frequentemente, alcune di esse non sono determinabili. Qui di seguito verranno descritti esempi in cui si sono presentate varie situazioni.

(2) Si ricorda che in OLLIER (1987) per il termine «neotettonica» vengono date le seguenti 4 definizioni: 1. Movimenti tettonici durante l'Attuale e il recente passato. 2. Movimenti tettonici durante il Neogene e il Quaternario. 3. L'uso legale si riferisce alle «faglie capaci» cioè le faglie che dimostrano movimenti talmente recenti che sembrano capaci di ulteriori movimenti. «Recenti» si riferisce ad un determinato periodo, spesso 35.000 anni. 4. L'attività tettonica che ha originato la topografia attuale.

(3) Circa il concetto di «attivo» cfr. anche BOSI & CARRARO (1979).

AREA DI S. VIGILIO (PROV. DI VERONA)

Zona di Brancolino

Nei pressi di S. Vigilio, un rilevamento di dettaglio (fig. 2) ha permesso di constatare che depositi morenici del Pleistocene superiore appaiono dislocati da una faglia lunga circa 250 m; il rigetto risulta limitato a pochi m, con

FIG. 2 - Carta geomorfologica dell'area di S. Vigilio (da CARTON & CASTALDINI, 1988): 1) Depositi colluviali (Olocene); 2) Depositi per gravità e/o ruscellamento prevalentemente stabilizzati (Olocene); 3) Depositi ghiaiosi costieri (Olocene); 4) Depositi fluvio-glaciali (Pleistocene superiore); 5) Depositi morenici (Pleistocene superiore); a) spessore > 1m, b) spessore < 1m e sovrapposti a 6); 6) «Calcarei grigi di Noriglio» e «Calcarei oolitici di S. Vigilio» (Giurassico); 7) a) faglia; b) faglia coperta; 8) Giacitura degli strati; 9) Cono detritico accumulato per gravità e/o ruscellamento; 10) Cordone morenico; 11) Orlo di scarpata; 12) Cava e relativo «fronte» di cava; 13) Zona antropizzata; 14) Ubicazione dell'affioramento di fig. 3.

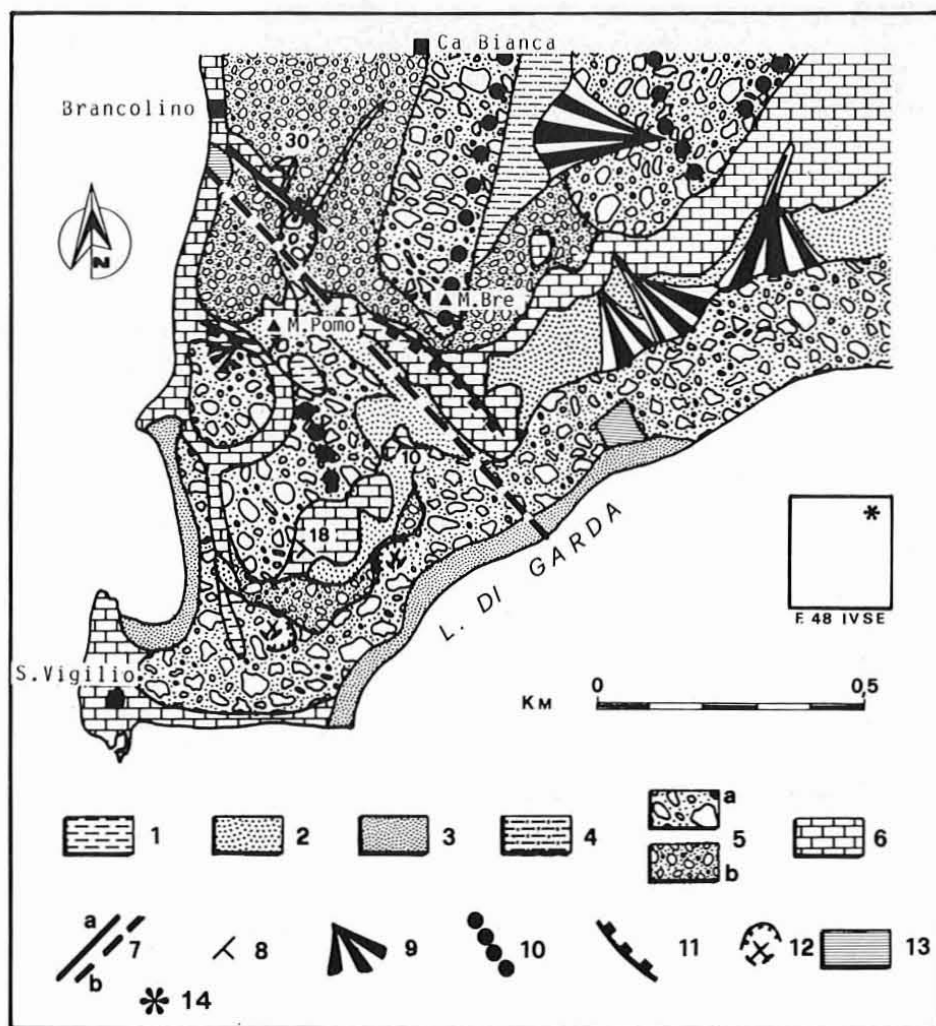




FIG. 3 - Località Brancolino (area di S. Vigilio) contatto per faglia fra calcari oolitici del Giurassico, sulla sinistra, e depositi morenici del Pleistocene superiore, sulla destra, (da CARTON & CASTALDINI, 1988).

rale tra calcari oolitici del Giurassico, a N, e depositi morenici del Pleistocene superiore, a S (fig. 3). Questo passaggio avviene secondo un piano subverticale a direzione N 125° (impostato su calcari oolitici) sul quale è possibile individuare strie di probabile natura tettonica. In corrispondenza del contatto, il materiale morenico diventa sensibilmente più fine e si presenta compatto; inoltre alcuni ciottoli appaiono verticalizzati ed iso-orientati col piano di contatto; la porzione fine presenta una fissilità verticale. Questi elementi fanno ritenere che il netto passaggio tra morenico e calcari sia dovuto appunto ad una faglia. Tutto l'affioramento è sigillato al tetto da un crostone carbonatico continuo, ricoperto a sua volta da depositi attuali di versante. Poco più in alto dell'affioramento ora descritto, lungo il sentiero per Ca Bianca, si passa bruscamente dal morenico ai calcari oolitici. A monte del sentiero è visibile la modalità del passaggio: è evidente una piccola scarpata, alta circa 1,5 m, subverticale e a direzione N 125° contro cui sono cementati brandelli di materiale morenico. Le caratteristiche di questo contatto laterale tra calcare e deposito morenico portano alle stesse considerazioni tettoniche effettuate per il punto precedente. Si precisa inoltre che altrove, in tutta l'area rilevata, il morenico appare sempre sovrapposto alla roccia in posto.

Una piccola vallecola, a NW del primo affioramento descritto e in continuazione con esso, in cui affiorano calcari oolitici sul versante Nord e depositi morenici sul versante Sud, suggerisce di attribuire a tale faglia uno sviluppo complessivo di circa 250 m. La situazione illustrata è un esempio di *faglia attiva* nell'Olocene, in considerazione dell'età dei depositi dislocati (elemento A della fig. 4) di cui sono stati individuati tutti i caratteri geometrici.

abbassamento per meccanismi di faglia normale, del settore sud-occidentale (CARTON & CASTALDINI, 1988).

Infatti, procedendo da Brancolino verso M. Pomo in una sezione stradale, è evidente un brusco contatto late-

Zone di M. Pomo e di M. Luppia

Le indagini morfoneotettoniche effettuate nella zona a NW di Garda (CARTON & CASTALDINI, 1985; 1988) hanno consentito di confermare alcune faglie note in bibliografia

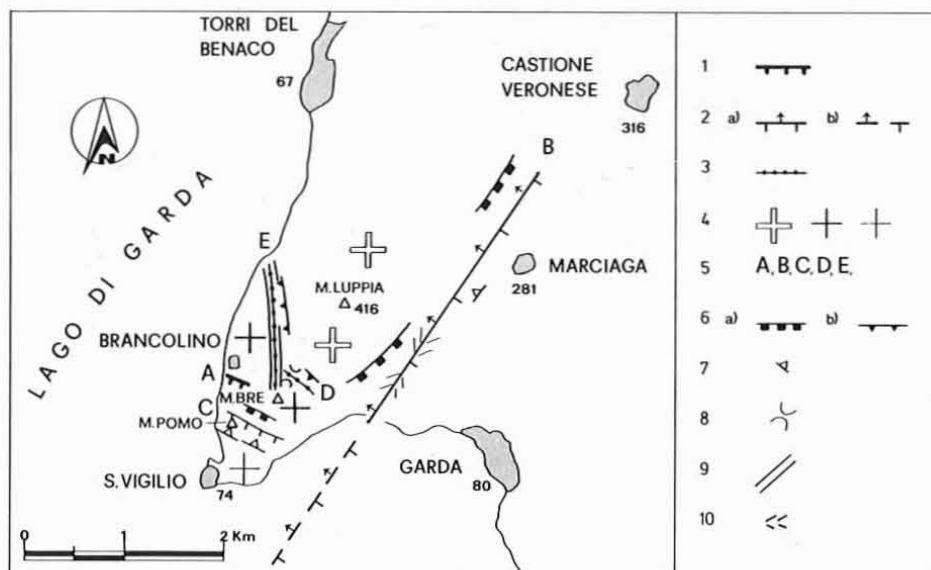


FIG. 4 - Schizzo morfoneotettonico dell'area di S. Vigilio: 1) Faglia attiva (tratti verso la zona abbassata); 2) Faglia ritenuta attiva a) in affioramento, b) coperta, (tratti verso la zona abbassata, frecce secondo l'immersione); 3) Lineamento qualificato; 4) Area in sollevamento (croce più grande indica sollevamento maggiore); 5) Elementi descritti nel testo; 6) Scarpata a) $h > 5$ m, b) $h < 5$ m; 7) Contropendenza; 8) Sella; 9) Linea di ignota natura visibile su foto aeree; 10) Vallecola rettilinea.

che trovano espressione morfologica, soprattutto, in scarpate ben scolpite alte varie decine di m e in evidenti contropendenze. Si tratta del tratto settentrionale della «faglia Sirmione - Garda», a direzione NE-SW (elemento B in fig. 4) e della faglia a monte della contropendenza di M. Pomo, a direzione NW-SE (elemento C in fig. 4), che risulta parallela e con caratteristiche simili alla *faglia attiva* precedentemente descritta.

Queste dislocazioni non presentano alcun elemento di datazione che non sia quello dell'estrema evidenza delle morfosculture che le caratterizzano (4). Tali indizi infatti sono molto netti, pur trovandosi in un'area fortemente interessata, in più fasi, a partire dal Pleistocene medio, dall'erosione glaciale (CREMASCHI, 1987).

Le dislocazioni suddette sono state classificate pertanto come *faglie ritenute attive* nel Pleistocene medio-superiore (anche se si ritiene che abbiano agito in precedenza) sulla base di «deduzioni morfotettoniche». Per esse, non è stato possibile determinare tutte le caratteristiche geometriche tra le quali, soprattutto, il rigetto nel periodo considerato.

Zona di M. Bre

Le ricerche nell'area hanno infine condotto all'individuazione di due *lineamenti qualificati* (elementi D ed E in fig. 4). In particolare il lineamento, parallelo alla faglia attiva descritta in precedenza (elemento D), è riportato come faglia da COZZAGLIO (1933; 1934); il controllo sul terreno, pur denotando che esso risulta caratterizzato da indizi ben evidenti e congruenti, non ha permesso di confermare la dislocazione.

Tutti i dati raccolti concorrono ad ipotizzare un solle-

(4) Dal confronto con CARRARO & *alii*, (1970), la «faglia Sirmione - Garda» risulta tagliare depositi morenici attribuiti al Riss; il controllo sul terreno ha però consentito di escludere che la faglia in oggetto possa coinvolgere depositi superficiali.

vamento, con attività anche olocenica e con modalità a «gradinata» della zona di M. Luppia rispetto alla zona di S. Vigilio. Tale movimento rientra nel quadro geodinamico dell'intenso sollevamento, con basculamento verso Ovest, del M. Baldo a partire dal Pleistocene medio (CREMASCHI, 1987; PANIZZA & *alii*, 1988a).

MARGINE APPENNINICO TRA SASSUOLO E MARANELLO (PROV. DI MODENA (5)).

Lungo il margine appenninico modenese tra Sassuolo e Maranello è possibile osservare, in più punti, al tetto del Quaternario marino (parte alta del Pleistocene inferiore) strati verticali (fig. 5) o rovesciati con immersione verso Sud. I pozzi per acqua perforati poco più a Nord nella pianura hanno riscontrato il Quaternario marino ad alcune decine di m dal piano campagna. Si è in presenza dunque di un *elemento tettonico attivo* a partire dal Pleistocene inferiore. La sua attività recente sembra provata dall'accumulo di 13 m di sedimenti su un paleosuolo isoumico datato col 14C a circa 12.000 anni B.P. nel blocco ribassato (ALESSIO & *alii*, 1980).

Dal punto di vista morfotettonico il margine è caratterizzato soprattutto da un allineamento di scarpate, rivolte verso la pianura ed ortogonali all'idrografia, che passano da un'altezza di circa 100 m verso Ovest ad un'altezza di circa 20 m verso Est (fig. 6). Due piccole scarpate (ubiccate poco ad Ovest di Maranello, lunghe 650 e 400 m) che risultano allineate al margine e che tagliano l'apice di conoidi torrentizi datati al Pre-Neolitico (cfr. GASPERI, 1987), concorrono ad attribuire all'elemento in oggetto un'attività olocenica. Si tratta di un elemento noto in bibliografia (IST. GEOLOGIA UNIV. DI MODENA, 1978; ANNOVI & *alii*, 1979; BARTOLINI & *alii*, 1982; BOCCALETTI &

(5) Con la collaborazione di G. GASPERI.



FIG. 5 - Alveo del F. Secchia presso Sassuolo: strati al tetto del Quaternario marino (Pleistocene inferiore) verticali.

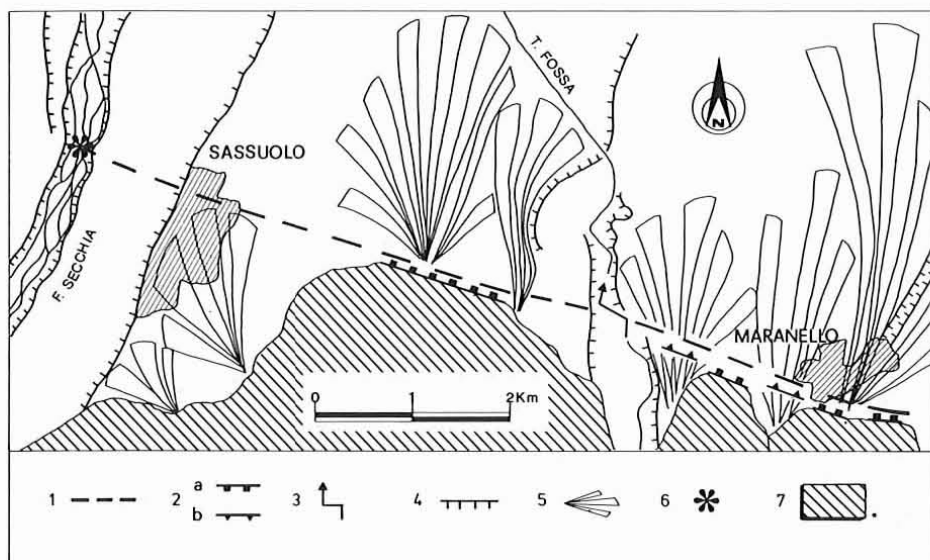


FIG. 6 - Schizzo morfoneotettonico dell'area tra Sassuolo e Maranello: 1) Elemento tettonico attivo (flessura, piega-faglia o faglia); 2) Scarpata tettonica a) $h > 5$ m, b) $h < 5$ m; 3) Doppio gomito torrentizio; 4) Scarpata di erosione fluviale o torrentizia; 5) Conoidi dei corsi d'acqua minori; 6) Ubicazione dell'affioramento di fig. 5; 7) Rilievi collinari.

COLI, 1982; PANIZZA & *alii*, 1983; CASTELLARIN & *alii*, 1985; AMBROSETTI & *alii*, 1987; GASPERI, 1987) definito come flessura o piega-faglia o faglia, che ancora più ad oriente sembra evolvere a sinclinale.

Quindi in questo caso dati di vario tipo (geologici, geomorfologici, stratigrafici, ecc.) non sono in grado di definire esattamente le caratteristiche geometriche dell'elemento in oggetto, il rigetto stesso sembra variare da almeno 200 m ad occidente ad oltre 60 m verso oriente, ma concorrono a determinare il grado di attività.

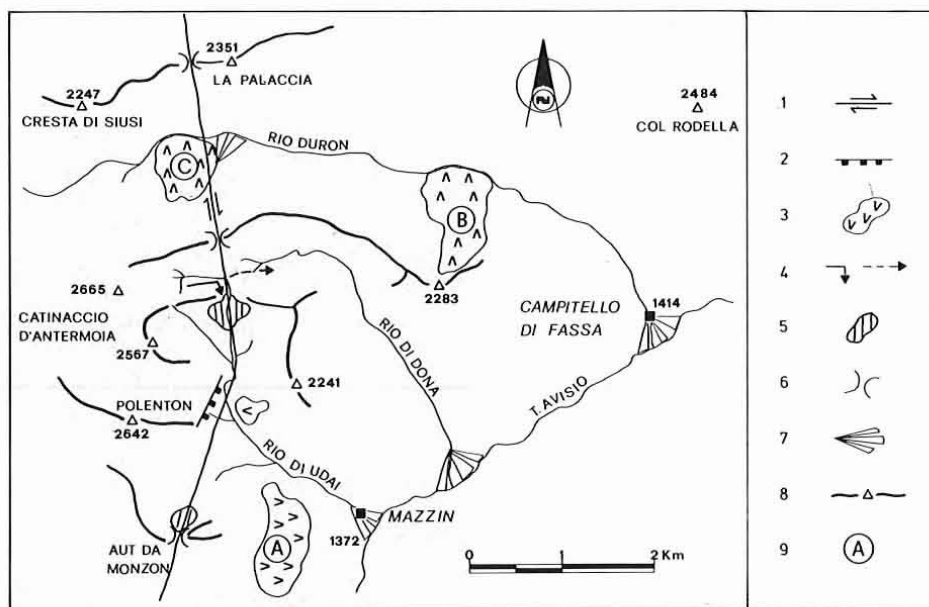
AREA DI MAZZIN (PROV. DI TRENTO)

Si tratta di un esempio illustrato preliminarmente in PANIZZA & *alii*, (1978) e successivamente oggetto di un

rilevamento geomorfologico e morfoneotettonico di dettaglio (TRICHES, 1983) teso a verificare la metodologia applicata. In PANIZZA & *alii*, (1978) era stata ipotizzata una faglia, con limitato innalzamento del labbro occidentale, datata al post-Würm, poiché in Val di Fassa fenomeni franosi ad essa attribuiti ricoprono depositi morenici würmiani (frana A in fig. 7).

Nell'ambito delle ulteriori ricerche condotte nell'area è stato effettuato uno studio dei profili longitudinali delle Valli Duron, di Dona e di Udai che ha permesso di evidenziare diversità tra le rispettive curve di fondo (fig. 8). Il particolare andamento del profilo della val Duron, tratto centrale a debole acclività e tronco finale a pendenza maggiore, è dovuto al verificarsi, in tempi diversi, di due fenomeni franosi che hanno sbarrato la valle. Il fenomeno di frana più antico e ingente è quello di Sofos (frana B

FIG. 7 - Schizzo morfoneotettonico dell'area di Mazzin: 1) Faglia ritenuta attiva a rigetto orizzontale; 2) Scarpata; 3) Accumulo di frana; 4) Cattura torrentizia; 5) Area in intensa erosione; 6) Sella; 7) Conoide alluvionale; 8) Linea di cresta; 9) Località citate nel testo e ubicate in fig. 8.



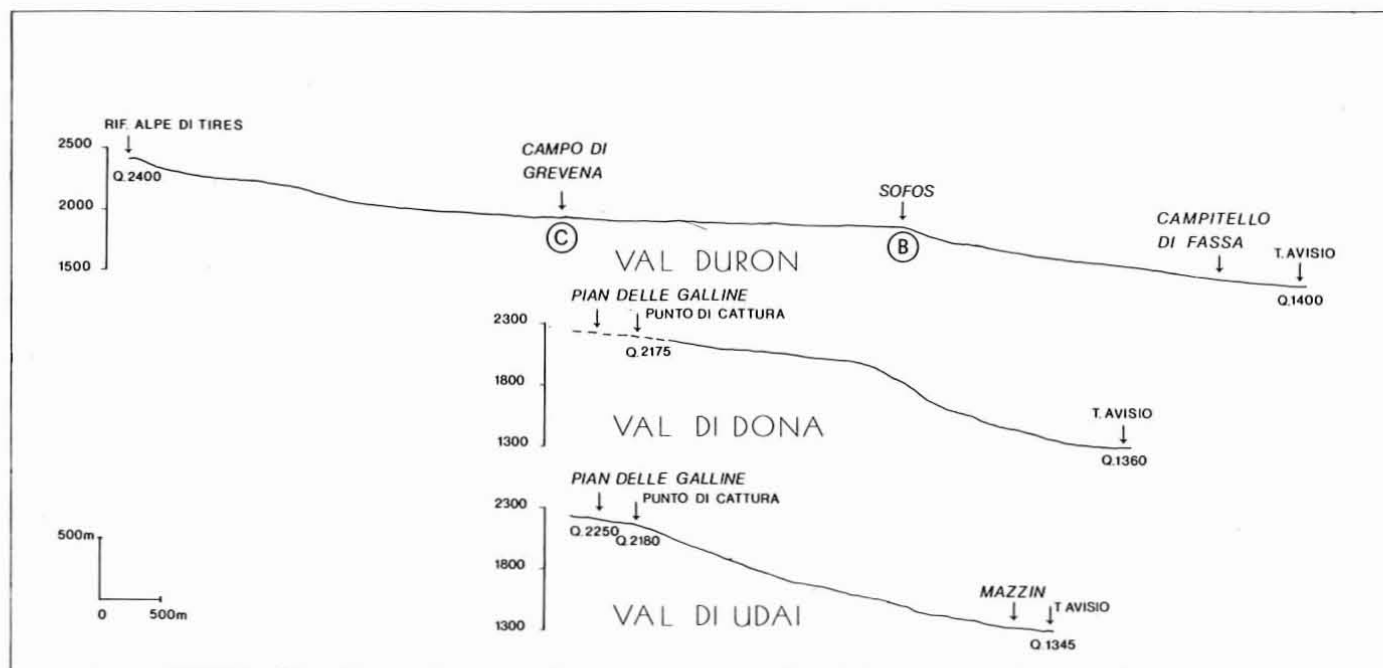


FIG. 8 - Profili longitudinali della Val Duron, di Dona e di Udai.

in fig. 7 e 8), che ha completamente sbarrato la valle causando un lungo ed intenso periodo di alluvionamento della val Duron, accentuato dal parziale sbarramento provocato dall'accumulo di frana di Campo di Grevena già censita come indizio morfotettonico (frana C in fig. 7 e 8). I materiali alluvionali depositatisi a monte dell'occlusione durante questi episodi, hanno intasato e progressivamente sepolto l'antico fondovalle.

La traccia del profilo della Val di Dona è attribuibile a cause diverse. Questa valle infatti anticamente doveva possedere un bacino idrografico maggiore di quello attuale; testimonianza di ciò è il cono di deiezione depositato dal Rio di Dona in Val di Fassa. Se così non fosse, ben difficilmente si spiegherebbero le grandi dimensioni del suddetto cono alluvionale che risultano sproporzionate rispetto all'attuale portata del corso d'acqua. Inoltre attualmente il rivolo che scorre in questa valle trova difficoltà nel fluire fra le varie colate di geliflusso, che dai versanti convergono verso la linea d'impluvio intasandola; questa mancata evacuazione dei materiali che intasano il fondovalle è spiegabile solo ammettendo che, la valle sia priva di un corso d'acqua con ampio bacino collettore. In particolare, il profilo della valle evidenzia ancora meglio il fenomeno di cattura che ha decapitato la Val di Dona all'altezza di Pian delle Galline, relegandola a condizioni di valle morta.

Il profilo della Val di Udai, è completamente diverso dai precedenti perché risulta maggiormente raccordato al fondovalle dell'Avisio. La sua forma è da ricercare in una maggiore continuità di erosione del Rio di Udai, il cui bacino idrografico è chiaramente aumentato per il fenomeno di cattura dell'alta Val di Dona, avvenuto per erosione di testata da parte del Rio di Udai stesso.

In base alla convergenza di tutti questi dati è stato pos-

sibile avallare l'ipotesi di movimenti tettonici recenti lungo l'elemento individuato da PANIZZA & *alii*, (1978).

Un ulteriore accurato rilevamento sul terreno, ha messo in evidenza che ai due lati della sella di quota 2284 sul versante destro della Val Duron, affiorano *pillow-breccias* e una serie di filoni spostati tra loro di alcuni metri; la loro correlazione suggerisce uno spostamento destrorso dei due lembi di faglia di 5 m; non è valutabile un movimento verticale. Si è infine cercato di datare il movimento utilizzando dati diversi da quelli proposti da PANIZZA & *alii*, (1978).

Sulla base degli insediamenti mesolitici rinvenuti in Val Duron (PASQUALI, 1982) i depositi torbosi e alluvionali della media Val Duron, sono riferibili ad un periodo di forte alluvionamento, che ha intasato la valle stessa, verificatosi probabilmente nell'ambito delle variazioni climatiche mesolitiche. L'ultimo movimento della faglia di neotettonica, deve quindi essere avvenuto perlomeno in un'epoca che possiamo definire post-mesolitica, dato che l'accumulo di frana di Campo di Grevena (Val Duron) e, più chiaramente i materiali detritici del cono creatosi immediatamente a valle di quest'ultimo, ricoprono i sedimenti alluvionali ascrivibili alla fase di alluvionamento suddetta.

In sintesi l'elemento tettonico considerato può essere definito come una *faglia ritenuta attiva*. Le nuove ricerche condotte hanno confermato l'attività olocenica della faglia ed hanno messo in evidenza un movimento trascorrente destrorso di pochi metri anziché movimenti verticali.

AREA DI MANTOVA

Si tratta di un esempio in cui, per gli studi di neotettonica le evidenze morfologiche sono state confrontate con

numerosi dati di altro tipo secondo quanto premesso nella parte metodologica. In particolare, oltre a studi geomorfologici, sono state eseguite indagini cronostratigrafiche di tipo pedologico, archeologico e storico, sul terreno, su foto aeree e su documenti vari pubblicati o d'archivio. La correlazione dei dati litologici, morfologici, cronostratigrafici e di stratigrafie di sondaggi hanno permesso di giungere ad una ricostruzione paleogeografica dell'area dal tardo-Pleistocene ai giorni nostri (fig. 9).

Sulla base della ricostruzione paleogeografica suddetta, di dati litostratigrafici di sondaggi diretti e indiretti, di carte di interpretazione sismica e di risultati di deduzioni sismotettoniche, è stata eseguita una sintesi geodinamica del territorio per l'intervallo dal tardo Pleistocene all'Attuale (PANIZZA & *alii*, 1988b).

In un quadro di generale subsidenza l'area di Mantova ha sempre rappresentato un'area «stabile» rispetto a settori in intenso abbassamento ubicati verso Sud e verso SE. Tuttavia all'altezza dei Laghi di Mantova, verso l'VIII sec. a.C. è avvenuta la deviazione del Mincio che in precedenza scorreva verso Sud, lungo la Fossa Viva (fig. 9). Movimenti verificatisi all'altezza di Mantova in corrispondenza di un asse di deformazione, con abbassamento relativo verso Nord, già iniziati precedentemente e concomitanti con la maggiore subsidenza del settore a SE, avrebbero creato difficoltà di proseguimento del drenaggio del Mincio verso Sud lungo la Fossa Viva. Contemporaneamente, un piccolo affluente di sinistra del Po avrebbe via via approfondito il proprio alveo, risalendo verso NW, per erosio-

ne regressiva. Ad un certo punto, in un periodo di intensa attività idromorfologica, probabilmente legata a mutamenti climatici, attraverso la rottura di un diaframma presso Mantova, si sarebbe prodotta la cattura del Mincio, da parte del suddetto affluente di Po. Le modalità di cattura dovrebbero perciò essere state in parte per versamento (Mincio) e in parte per erosione di regressiva (affluente di Po). In conseguenza di ciò il Mincio, a valle di Mantova, avrebbe guadagnato il tracciato che percorre tuttora.

Questo evento dovrebbe aver esplicato una certa energia erosiva, legata alle differenze di quota fra le aree del paleo-Mincio e dell'affluente di Po, ciò avrebbe prodotto una rapida progressiva erosione del paleo-Mincio verso Est, con conseguente ampliamento dell'area fra Rivalta sul Mincio e Mantova. Una volta stabilizzatasi la confluenza col Po, proseguendo il movimento dell'asse di deformazione, deve essersi nuovamente instaurata una difficoltà di deflusso attraverso il diaframma di Mantova: ciò ha determinato dapprima la sedimentazione di depositi alluvionali, secondo il modello dei canali anastomatosati, e successivamente l'ambiente lacustre, che perdura tuttora a NW di Mantova.

L'asse di deformazione sopra citato può essere spiegato nei modi seguenti.

a - Rappresentare la riattivazione e la prosecuzione di una delle faglie rilevate con la prospezione sismica (GEXON, 1984) nell'orizzonte riferibile alla sommità del Pliocene inferiore; l'assenza di queste faglie negli orizzonti posteriori può essere spiegata con la non risolvibilità del metodo geofisico per dislocazioni con rigetti dell'ordine

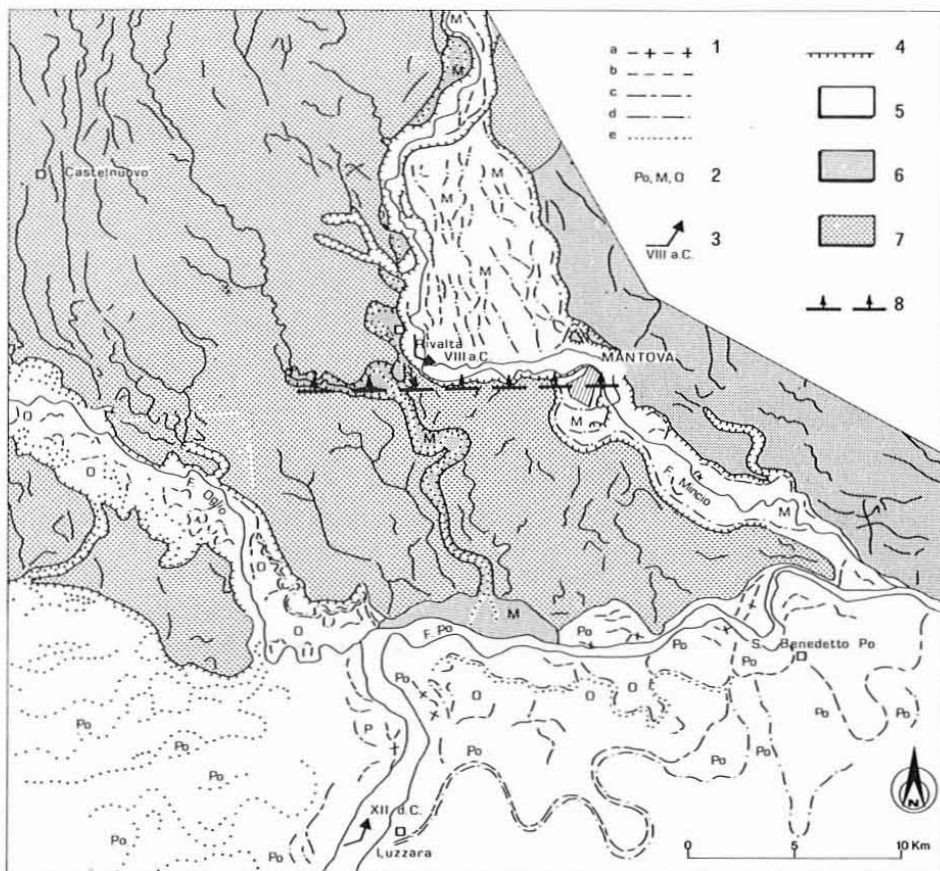


FIG. 9 - Schizzo geomorfologico dell'area di Mantova (da PANIZZA & *alii*, 1988 a, modificato): 1)Paleoalveo a) età moderna, b) età basso medioevale, c) età alto medioevale, d) di età romana e a luoghi del ferro, e) età del bronzo; 2) Sigle dei paleoalvei: Po = Po, M = Mincio, O = Oglio; 3) Principali deviazioni fluviali con indicazione dell'età; 4) Scarpa; 5) Depositi alluvionali abbandonati dai corsi d'acqua o dai paleoalvei che li attraversano e quindi ad essi coevi; 6) Depositi alluvionali sub-boreali (recenti nelle vicinanze degli alvei attuali) del Mincio, Tartaro ed Adige con paleoalvei coevi; 7) Depositi fluvio-glaciali di pertinenza gardesana con tracce di canali proglaciali; 8) Asse di deformazione ritenuto attivo (frece verso la zona più abbassata).

del metro. D'altra parte rigetti del genere, in aree con sedimentazione di tipo continentale, a lenti, non sono talora individuabili nemmeno con perforazioni dirette.

b - Rappresentare la riattivazione delle medesime faglie, ma con spostamenti tra blocchi ingeneranti verso l'alto solo deformazioni plastiche, senza la creazione di superfici di taglio.

c - Essere la conseguenza di una subsidenza differenziata legata a fattori granulometrici, dal momento che nelle aree di Mantova, nei primi 80 m di profondità, si ha uno sviluppo di sedimenti fini maggiore che altrove (cfr. BRAGA & alii, 1988).

L'evidenza degli indizi morfoneotettonici fa propendere per una delle due prime ipotesi. La particolare situazione litologica del sottosuolo nella zona di Mantova (BRAGA & alii, 1988) dove le facies fini sembrano indicare preesistenti situazioni lacustri, può rappresentare non tanto la causa di un abbassamento del suolo, quanto la conseguenza della situazione strutturale profonda. Anche se il consolidamento differenziato potrebbe aver svolto un ruolo non trascurabile in un'area caratterizzata da marcata difformità litologica orizzontale, determinando una geometria dei depositi simile a quella che potrebbero aver determinato dei movimenti tettonici.

L'elemento tettonico descritto in questo esempio, riportato da Autori precedenti come una faglia probabile (BARALDI & alii, 1980; ZANFERRARI & alii, 1982; AMBROSETTI & alii, 1987; SLEJKO & alii, 1986; 1987), è dunque da classificare come un *asse di deformazione ritenuto attivo* nell'Olocene.

FENOMENI DOVUTI AD ALTRE CAUSE

AREA DI MANERBA-DESENZANO (PROV. DI BRESCIA)

Nel settore occidentale del Lago di Garda sono stati rinvenuti localmente depositi fluvio-glaciali fagliati e/o pie-

gati. In particolare, in una cava presso Manerba (località La Pertica, punto A in fig. 10) affiorano depositi fluvio-glaciali costituiti da ghiaie e da sottili livelli e lenti sabbiosi. Nella sezione rivolta ad Ovest un orizzonte sabbioso continuo, potente circa 60 cm, risulta dislocato con un rigetto di 70 cm; il taglio interessa anche i livelli sovrastanti (fig. 11). Si tratta di una dislocazione distensiva, che abbassa il labbro Nord, con direzione all'incirca WNW-ESE. L'età dei depositi interessati è attribuita al Pleistocene superiore (CREMASCHI, 1987). Questo affioramento pur essendo ubicato in un settore interessato da un sistema di faglie ben noto in bibliografia che regola la struttura della costa occidentale del L. di Garda e che è stato riconosciuto attivo nel Quaternario (SLEJKO & alii, 1986; 1987; AMBROSETTI & alii, 1987), può essere associato ad un episodio locale, poiché nelle cave circostanti non si osservano fenomeni simili. Le cause della dislocazione, più che a un processo tettonico, sembrano legate al collasso conseguente allo scioglimento di una lente di ghiaccio morto sottostante il deposito, o a fenomeni di «glaciotettonica» del ghiacciaio gardesano.

Un caso analogo è visibile nella vasta cava tra il km 2 ed il Km 3 della strada Desenzano del Garda - Castiglione delle Stiviere, località Venzago (punto B in fig. 11), dove affiorano depositi ghiaiosi. Il materiale di affioramento ha le caratteristiche dei depositi fluvio-glaciali. Tra i depositi ghiaiosi sono visibili lenti sabbiose e livelli continui di sabbie fini contenenti una frazione limosa. In una parete, disposta all'incirca N-S, i livelli continui che in altre parti sono suborizzontali presentano piccole dislocazioni nell'ordine di 20-30 cm, con abbassamento della porzione Nord, e risultano inclinati di 20° circa verso NE (fig. 12). I depositi della cava sono attribuiti al Pleistocene superiore (CREMASCHI, 1987). Questi disturbi appaiono soltanto nel deposito fluvio-glaciale di questa cava, mentre non v'è traccia di essi in quelle circostanti; pertanto anche in questo caso, più che a neotettonica, il fenomeno va ricondotto alla

FIG. 10 - Schizzo geomorfologico del settore meridionale del L. di Garda: 1) Sovrascorrimento ritenuto attivo a) in affioramento, b) coperto (triangoli sulla parte sovrascorsa); 2) Faglia inversa ritenuta attiva a) in affioramento, b) coperta (tratti verso la zona abbassata, frecce secondo l'immersione); 3) Morene frontali (da CREMASCHI, 1987), a) fase di Solferino (Pleistocene sup.), b) fase di Sedena (Pleistocene medio), c) fase di Carpendolo (Pleistocene medio), d) fase di M. Faita (Pleistocene medio), e) fase di Ciliverghe (Pleistocene inf.); 4) Ubicazione degli affioramenti di fig. 11 e 12.

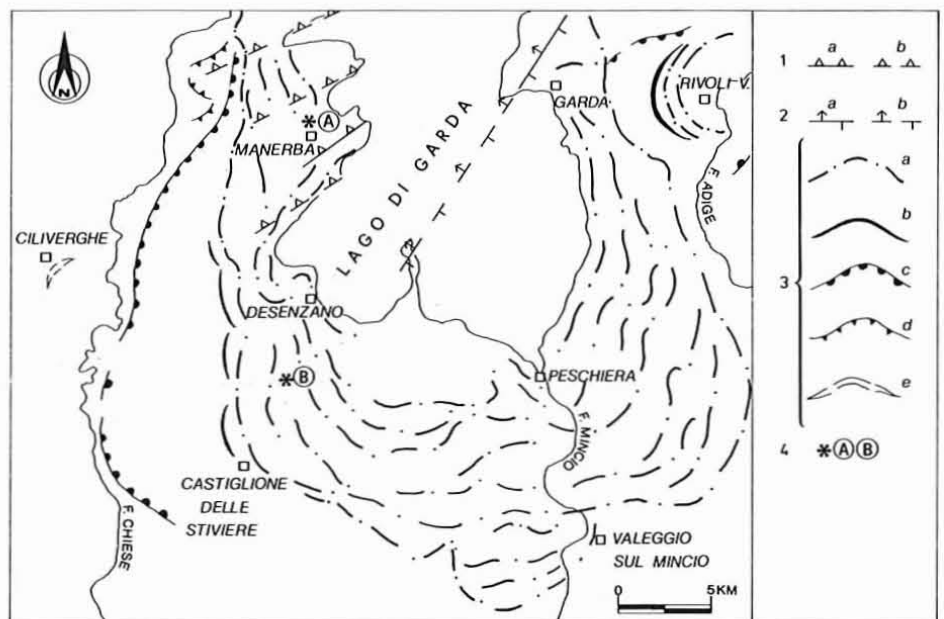




FIG. 11 - Fronte di cava in località La Perica (Manerba): depositi fluvio-glaciali del Pleistocene superiore fagliati.

presenza di ghiaccio morto sottostante il deposito o a «glaciotettonica».

Nei due esempi descritti dunque, il rilevamento in dettaglio delle cave circostanti ha consentito di verificare che si era in presenza di casi isolati e che pertanto le cause delle dislocazioni sono da ricercare nel quadro della evoluzione morfologica del settore in cui le cave si trovano ubicate piuttosto che nell'ambito della neotettonica.

AREA DI DOLCÈ (PROV. DI VERONA)

La situazione qui di seguito illustrata è stata rinvenuta nel tratto terminale della Val d'Adige (6).

Nelle varie sezioni del fronte di una cava, situata poco a NE di Dolcè (fig. 13), affiorano depositi stratificati di

(6) Affioramento segnalato da G. BOLLETTINARI.

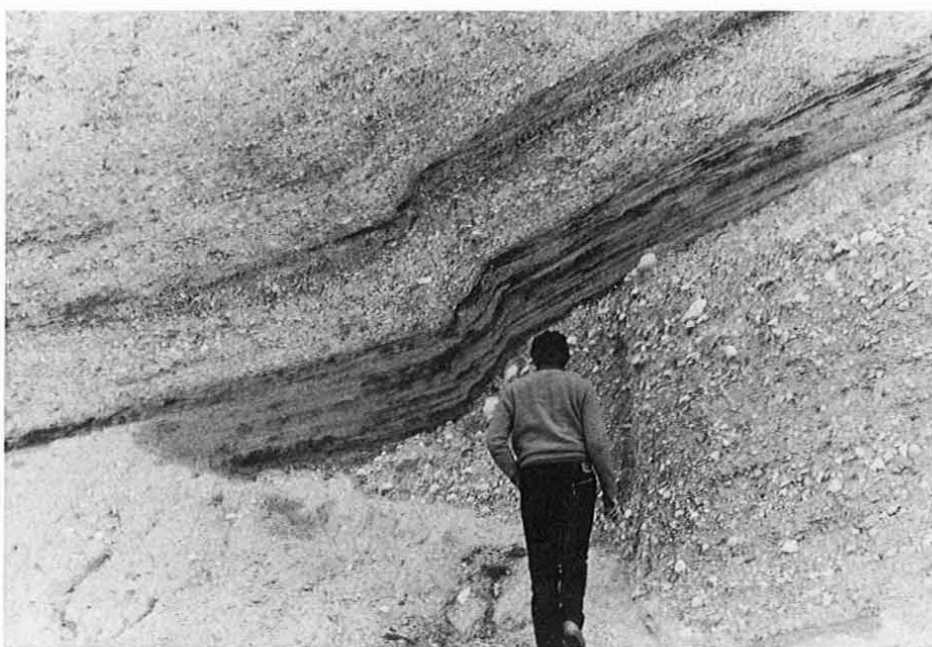
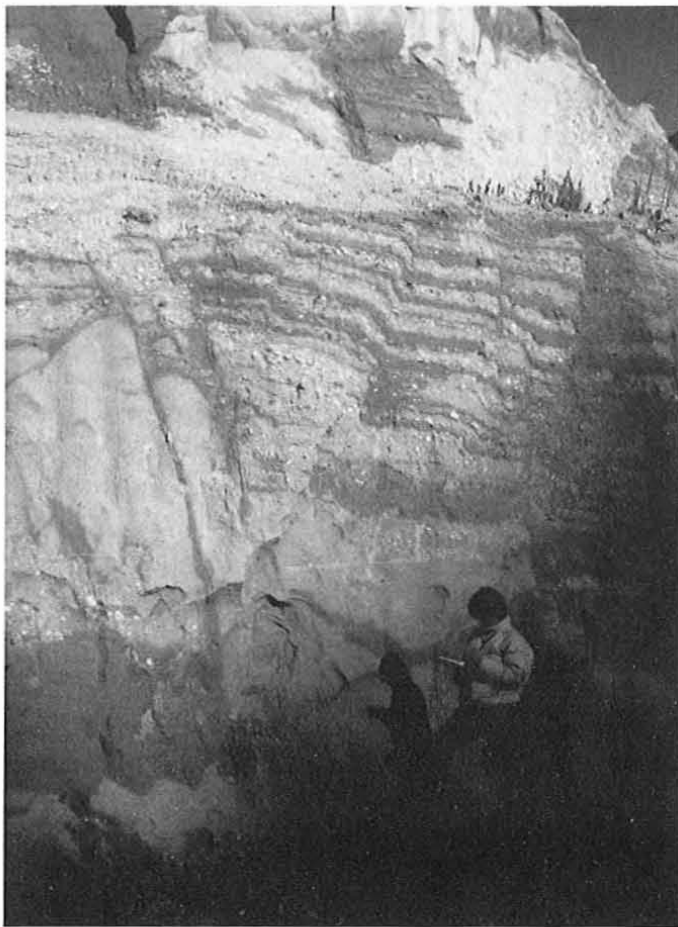
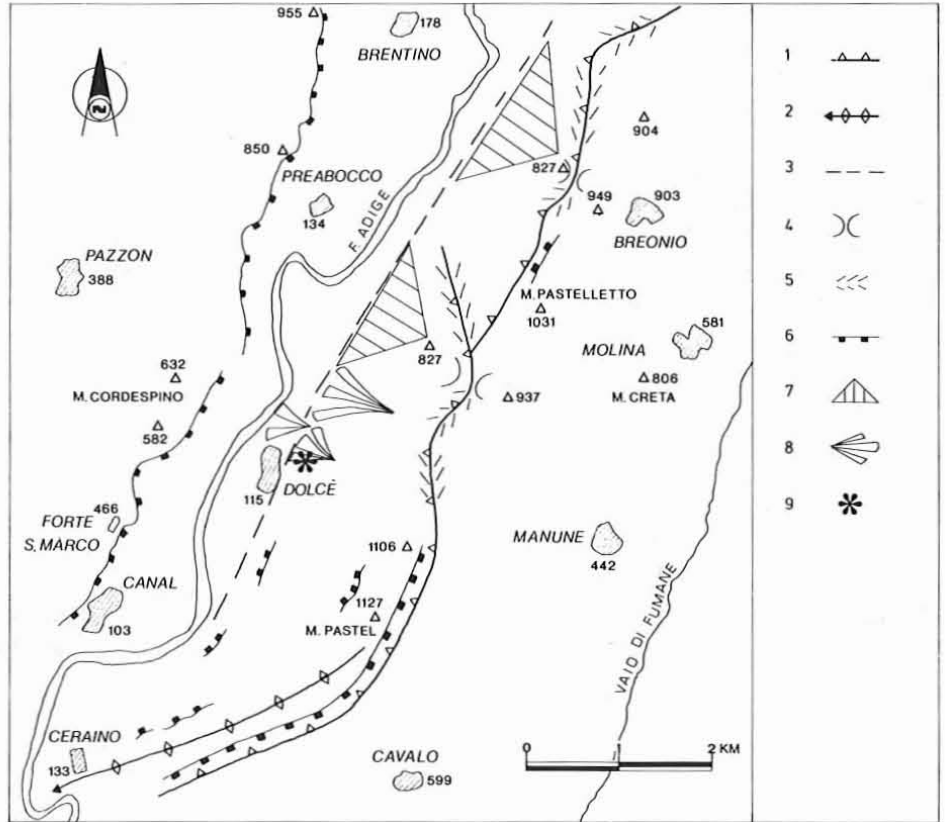


FIG. 12 - Fronte di cava in località Venzago (Desenzano): depositi fluvio-glaciali del Pleistocene superiore piegati e fagliati.

FIG. 13 - Schizzo morfoneotettonico dell'area di Dolcè: 1) Faglia inversa, con debole sovrascorrimento, ritenuta attiva (triangoli verso la zona sovrascorsa); 2) asse di anticlinale ritenuta attiva (freccia secondo l'immersione assiale); 3) Lineamento qualificato; 4) Sella; 5) Vallecola rettilinea; 6) Scarpata; 7) Faccetta triangolare; 8) Conoide alluvionale; 9) Ubicazione della cava descritta.



ghiaia e sabbia in alternanza, appartenenti alla conoide di un piccolo affluente del F. Adige che ricoprono sedimenti fluvioglaciali datati al Riss-Würm (CARRARO & *alii*, 1970). Tutto l'affioramento appare interessato da dislocazioni di tipo diretto, con direzioni diverse tra loro e rigetti di varia entità di ordine decimetrico (fig. 14).

In considerazione della particolarità dell'affioramento sono state effettuate analisi strutturali (7), consistite nella misurazione sistematica di tutti i piani di faglia che è stato possibile rilevare (circa 30). Dopo aver riportato sul reticolo di Schmidt le proiezioni ciclografiche dei piani di faglia e i rispettivi poli si è costruito il diagramma di densità con il reticolo di Kalsbeek (fig. 15). Sono state così individuate due distinte distribuzioni di piani di faglia tra loro coniugati (A e B in fig. 15) a ciascuna delle quali è associata un sistema di tensioni diversamente orientato.

Da un punto di vista morfoneotettonico i depositi fagliati risultano ubicati a cavallo di una zona interessata dalla faglia del M. Pastel - M. Pastelletto e da un lineamento qualificato (fig. 13).

La faglia del M. Pastel - M. Pastelletto è un elemento che, in vario modo, trova riscontro in numerosissimi Au-

(7) Le analisi strutturali sono state eseguite da M. BERTACCHINI e V. PANIZZA.

FIG. 14 - Fronte di cava presso Dolcè: depositi fluvioglaciali del Pleistocene superiore dislocati.

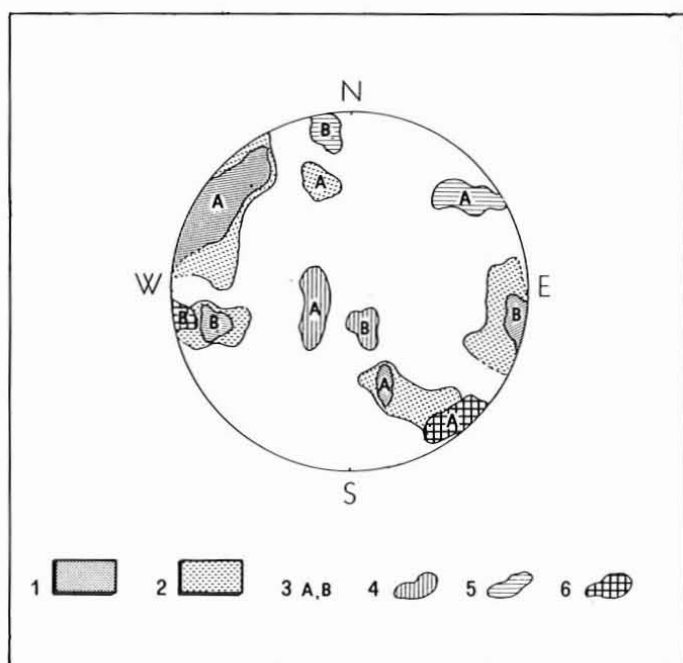


FIG. 15 - Diagramma di densità dei piani di faglia della cava di Dolcè: 1) Densità compresa tra 6,7 e 10%; 2) Densità del 3,3%; 3) A e B = diverse distribuzioni di densità 4) δ_1 ; 5) δ_2 ; 6) δ_3 .

tori. CARTON & CASTALDINI (1985) che l'hanno studiata in dettaglio la definiscono come una faglia inversa, con caratteri di sovrascorrimento, che denota un'attività olocenica. Da PANIZZA & alii, (1988a) viene definita come *faglia ritenuta attiva* nel Pleistocene medio-Olocene. Il *lineamento qualificato*, indicato da PANIZZA & alii, (1988a) lungo il versante sinistro nella Val d'Adige, è caratterizzato da evidenti indizi morfologici ma non da prove certe di faglia; tale lineamento era stato in precedenza indicato da SAURO (1979) come una faglia probabile appartenente ad un sistema che avrebbe determinato la «depressione tettonica» della Val d'Adige.

In conclusione, circa il significato delle dislocazioni individuate nella cava di Dolcè, poiché i dati strutturali indicano movimenti di tipo distensivo in un settore caratterizzato da uno stile neotettonico di tipo compressivo (PANIZZA & alii, 1988a), e in considerazione che si tratta di un rinvenimento isolato, si possono formulare le seguenti ipotesi:

- a) che siano dovute a fenomeni di collasso gravitativo, in seguito alla mancanza di un appoggio al piede che poteva essere costituito dal ghiacciaio della Val d'Adige;
- b) che rappresentino una risposta passiva ad eventi sismici poiché l'area tra il L. di Garda e Verona è notoriamente un settore ad alta sismicità (PANIZZA & alii, 1981; SLEJKO & alii, 1986; 1987);
- c) che siano legate, come risposta passiva, a movimenti tettonici riconducibili alla faglia del M. Pastel - M. Pastelletto.

In ogni caso l'esempio descritto, di per sé, non rappresenta una manifestazione «diretta» di neotettonica.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Gli esempi sin qui illustrati, e soprattutto l'esperienza maturata in numerosi anni di ricerca, consente di fare alcune considerazioni.

Innanzitutto va ribadita l'importanza di effettuare accurate indagini prima di associare ad evidenti dislocazioni o piegamenti, anche in depositi quaternari, cause tettoniche, poiché il singolo affioramento va rapportato al quadro geomorfologico evolutivo di tutta l'area in esame (vedasi gli esempi di Manerba - Desenzano e di Dolcè).

Talora, specialmente nelle aree di pianura dove i depositi alluvionali ricoprono le strutture geologiche, anche gli studi più dettagliati possono lasciare margini di incertezza circa la natura e, soprattutto le caratteristiche del fenomeno osservato (vedasi l'esempio di Mantova).

Qualora si sia accertata la natura tettonica del fenomeno individuato, un grosso problema è rappresentato dalla datazione del fenomeno stesso quando manchino elementi di riferimento sicuri (come si verifica nel caso dei depositi morenici del Pleistocene superiore fagliati rinvenuti presso S. Vigilio o dei sedimenti marini del Pleistocene inferiore piegati presso il margine appenninico modenese). In tali situazioni, vedasi l'esempio della Val di Fassa, è corretto datare un movimento tettonico analizzando i rapporti tra depositi di età certa ed indizi geomorfologici connessi al movimento stesso.

BIBLIOGRAFIA

- ALESSIO M., ALLEGRI L., BELLA E., CALDERONI G., CORTESI G., CREMASCHI M., IMPROTA S., PAPANI G. & PETRONE V. (1980) - *Le datazioni 14C della pianura tardowürmiana ed olocenica nell'Emilia occidentale*. C.N.R., Prog. Fin. Geodinamica, Pubbl. 356, 1411-1436.
- AMBROSETTI P., BOSI C., CARRARO F., CIARANI N., PANIZZA M., PAPANI G., VEZZANI L. & ZANFERRARI A. (1987) - *Neotectonic map of Italy, scale 1:500 000*. C.N.R., Prog. Fin. Geodinamica, Quad. Ric. Scient., 114, 4 pp.
- ANNOVI A., CREMASCHI M., FREGNI P. & GASPERI G. (1979) - *La successione Pleistocenica marina e continentale del T. Tiepido (Appennino modenese)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 1, 83-104.
- AUTORI VARI (1978) - *Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*. C.N.R., Prog. Fin. Geodinamica, Pubbl. 155, 397 pp.
- AUTORI VARI (1979) - *Nuovi contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*. C.N.R., Prog. Fin. Geodinamica, Pubbl. 251, 674 pp.
- AUTORI VARI (1980) - *Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*. C.N.R., Prog. Fin. Geodinamica, Pubbl. 356, 3 Vol., 1549 pp.
- AUTORI VARI (1982) - *Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*. C.N.R., Prog. Fin. Geodinamica, Pubbl. 506 e 513, 2 Vol., 433 pp.
- BARALDI F., CARTON A., CASTALDINI D., PANIZZA M., PELLEGRINI M. & SORBINI L. (1980) - *Neotettonica di parte dei Fogli Peschiera del Garda (48) Verona (49) Mantova (62) e di tutto il Foglio Legnago (63)*. C.N.R., Prog. Fin. Geodinamica, Pubbl. 356, 643-655.
- BARTOLINI C., BERNINI M., CARLONI G.C., COSTANTINI A., FEDERICI P.R., GASPERI G., LAZZAROTTO A., MARCHETTI G., MAZZANTI R., PAPANI G., PRANZINI G., RAU A., SANDRELLI F., VERCESI P.L., CASTALDINI D. & FRANCAVILLA F. (1982) - *Carta neotettonica dell'Appennino Settentrionale a scala 1:400 000. Note illustrative*. Boll. Soc. Geol. It., 101, 523-549.

- BOCCALETTI M. & COLI M. (a cura di), (1982) - *Carta strutturale dell'Appennino settentrionale a scala 1:250 000*. C.N.R., Prog. Fin. Geodinamica, Pubbl. 429.
- BOSI C. & CARRARO F. (1979) - *Considerazioni terminologiche in campo sismotettonico*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 2, 21-28.
- BRAGA G., CARABELLI E., CERRO A., COLOMBETTI A., FRANCAVILLA F., GASPERI G., PELLEGRINI M. & ZUPPI G.M. (a cura di BRAGA G. & PELLEGRINI M.) (1988) - *Indagini idrogeologiche nella pianura Padana: le aree del Piemonte (Po1-Po2) e della Lombardia (Viadana e San Benedetto Po)*. ENEL, vol. 2 - Contributi di preminente interesse scientifico agli studi di localizzazione di impianti nucleari in Piemonte e Lombardia, in stampa.
- CARRARO F., MALARODA R., PICCOLI G., STURANI C. & VENZO S. (1970) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100 000. F. 48 Peschiera del Garda*, Serv. Geol. It.
- CARTON A. & CASTALDINI D. (1985) - *Approfondimenti di morfotettonica tra il L. di Garda ed il T. Alpone (Provincia di Verona)*. Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona, 12, 461-491.
- CARTON A. & CASTALDINI D. (1988) - *Nuovi indizi di neotettonica tra il L. di Garda e Verona*. ENEL, vol. 1 - Contributi di preminente interesse scientifico agli studi di localizzazione di impianti nucleari in Piemonte e Lombardia, in stampa.
- CASTALDINI D., CAVALLIN A., LAZZAROTTO A., PANIZZA M., PAPANI G., VERCESI P.L. (1988) - *Metodologia adottata negli studi di neotettonica*. ENEL, vol. 1 - Contributi di preminente interesse scientifico agli studi di localizzazione di impianti nucleari in Piemonte e Lombardia, in stampa.
- CASTELLARIN A., EVA C., GIGLIA G. & VAI G.B. (1985) - *Analisi strutturale del Fronte Appenninico Padano*. Giorn. Geol., ser. 3°, 47, 47-75.
- CIARANFI N., GHISETTI F., GUIDA M., IACCARINO G., LAMBIASE S., PIERI P., RAPISARDI L., RICCHETTI G., TORRE M., TORTORICI L. & VEZZANI L. (1983) - *Carta neotettonica dell'Italia meridionale*. C.N.R., Prog. Fin. Geodinamica, Pubbl. 515, 62 pp.
- COZZAGLIO A. (1933) - *Note illustrative della Carta Geologica delle tre Venezie, Fogli Peschiera e Mantova*. Uff. idr. R. Mag. Acque, Serv. Geol., parte I, 128 pp.
- COZZAGLIO A. (1934) - *Carta geologica delle tre Venezie, F. 48 Peschiera del Garda*. Uff. idr. R. Mag. Acque, Serv. Geol.
- CREMASCHI M. (1987) - *Paleosols and vetusols in the central Po Plain (Northern Italy): a study in Quaternary Geology and Soil development*. Edizioni Unicopli, Milano, 306 pp.
- GASPERI G. (1987) - *Carta geologica del margine appenninico e dell'alta pianura tra i fiumi Secchia e Panaro (Provincia di Modena)*. Scala 1:25 000, S.E.L.C.A., Firenze.
- GEXON (1984) - *Interpretazione sismica a riflessione di linee per il Progetto Regione Lombardia*. ENEL. Rapporto interno.
- ISTITUTO DI GEOLOGIA DELL'UNIVERSITÀ DI MODENA (1978) - *Metodologie e primi risultati di neotettonica nel modenese e territori limitrofi*. Mem. Soc. Geol. It., 19, 551-562.
- OLLIER C.D. (Ed.) (1984) - *Glossary of Morphotectonics, 1st Edition*. Bureau Mineral Resources, Geology and Geophysics, Canberra (Australia) 50 pp.
- OLLIER C.D. (Ed.) (1985) - *Glossary of Morphotectonics, 2nd Edition*. Bureau Mineral Resources, Geology and Geophysics, Canberra (Australia), 55 pp.
- OLLIER C.D. (Ed.) (1987) - *Glossary of Morphotectonics, 3rd Edition*. Bureau Mineral Resources, Geology and Geophysics, Canberra (Australia), 57 pp.
- PANIZZA M. (1988) - *Geomorfologia applicata*. La Nuova Italia Scientifica, Roma, 350 pp.
- PANIZZA M., BOLLETTINARI G., CARTON A. & CASTALDINI D. (1988a) - *Studio neotettonico del Sistema Verona - Brescia*. ENEL, vol. 1 - Contributi di preminente interesse scientifico agli studi di localizzazione di impianti nucleari in Piemonte e Lombardia, in stampa.
- PANIZZA M., CARTON A., CASTALDINI D., MANTOVANI F. & SPINA S. (1978) - *Esempi di morfotettonica nelle Dolomiti occidentali e nell'Appennino modenese*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 1, 28-54.
- PANIZZA M., CASTALDINI D. & PIACENTE S. (1983) - *Elementi per la valutazione del rischio sismico nella Provincia di Modena*. In: AUTORI VARI (1983) *Relazione sullo stato dell'ambiente*. Amm. prov. le Modena. Grafiche Zanini, Bologna, 203-213.
- PANIZZA M., CASTALDINI D., BOLLETTINARI G., CARTON A. & MANTOVANI F. (1987) - *Neotectonic research in applied geomorphological studies*; Zeit. Geom., Suppl. Bd., 63, 173-211.
- PANIZZA M., CASTALDINI D., CREMASCHI M., GASPERI G. & PELLEGRINI M. (1988b) - *Ricostruzione paleogeografica e geodinamica tardopleistocenica ed olocenica dell'area centropadana tra Verona e Modena*. ENEL, vol. 2 - Contributi di preminente interesse scientifico agli studi di localizzazione di impianti nucleari in Piemonte e Lombardia, in stampa.
- PANIZZA M., SLEJKO D., BARTOLOMEI G., CARTON A., CASTALDINI D., DEMARTIN M., NICOLICH R., SAURO U., SEMENZA E. & SORBINI L. (1981) - *Modello sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa*. Rend. Soc. Geol. It., 3, 587-603.
- PASQUALI (1982) - *La presenza dei cacciatori del Paleolitico superiore e del Mesolitico nei bacini lacustri montani del Trentino*. Nat. Alp., 23, 32, 63-68.
- SAURO U. (1979) - *Dati preliminari sulla neotettonica del Foglio 48 (Peschiera)*. C.N.R., Prog. Fin. Geodinamica, Pubbl. 251, 261-272.
- SLEJKO D., CARRARO F., CARULLI G.B., CASTALDINI D., CAVALLIN A., DOGLIONI C., NICOLICH R., REBEZ A., SEMENZA E. & ZANFERRARI A. (1986) - *Seismotectonic model of northeastern Italy: An approach*. Geol. Appl. Idrogeol., 21 (1), Bari, 153-165.
- SLEJKO D., CARRARO F., CARULLI G.B., CASTALDINI D., CAVALLIN A., DOGLIONI C., ILCETO V., NICOLICH R., REBEZ A., SEMENZA E., ZANFERRARI A. & ZANOLLA C. (1987) - *Modello sismotettonico dell'Italia nord-orientale*. C.N.R., G.N.D.T., Rend. 1, 82 pp.
- TRICHES R. (1983) - *Geomorfologia e neotettonica dell'area fra il Catinaccio d'Antermoia e la Valle di Fassa (Dolomiti occidentali)*. Tesi di laurea in Sc. Geologiche, Università degli Studi di Modena, 170 pp. Inedita.
- ZANFERRARI A., BOLLETTINARI G., CAROBENE R., CARTON A., CARULLI G.B., CASTALDINI D., PANIZZA M., PELLEGRINI G.B., PIANETTI F. & SAURO U. (1982) - *Evoluzione neotettonica dell'Italia nord-orientale*. Mem. Sc. Geol. Padova, 35, 355-376.