

EVOLUZIONE MORFOTETTONICA NEL BASSO APPENNINO PAVESE-PIACENTINO: L'ESEMPIO DEL T. GUALDORA, AFFLUENTE DEL T. TIDONE (PIACENZA, ITALIA SETTENTRIONALE)

L. Pellegrini⁽¹⁾ - C. Arzani⁽²⁾

⁽¹⁾Dip.to di Scienze della Terra, Università di Pavia

⁽²⁾Geologo, Voghera (Pavia)

e-mail: lpellegr@unipv.it

ABSTRACT - *Morphotectonic evolution in the Apennines hillside, province of Pavia and Piacenza: the case of Gualdora river, tributary of Tidone River (Piacenza, Northern Italy)* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 10(2), 1997, 603-608 - The morphological evolution of a small basin in the hillside area of the Northern Apennines in the Piacenza Province was governed by local differential tectonic movements occurred within a general uplifting regime. Remnants of summit and slope paleosurfaces, as well as several landslides caused by undercutting processes are evidence of an advanced evolution on one hand and, on the other, of a new general river erosion, as a consequence of recent uplifting movements of the Apennines range. This new erosional conditions seem to involve the Gualdora river basin in a lesser extent, because the morphology of the basin shows less evolved features than those of surrounding basins. We hypothesise that this situation may be explained by assuming that the lesser evolution of the Gualdora basin is the effect of a lesser uplift of this area owing to a fault system. The faster evolution of the surrounding basins linked to a higher relief energy, allowed a strong headward erosion that pushed inward the Gualdora basin divide. Local tectonic movements may explain the anomalous meandering of the central portion of the river.

Keywords: Morphotectonics, hydrography, geomorphology, Northern Apennines, Italy.
Parole chiave: Morfotettonica, idrografia, geomorfologia, Appennino settentrionale.

1. PREMESSA

Il bacino del T. Gualdora, tributario di sinistra del T. Tidone, nel quale confluisce all'altezza dell'abitato di Trevozzo, è situato nel settore occidentale dell'Appennino settentrionale e si sviluppa interamente nella provincia di Piacenza.

Lo studio del bacino in oggetto è stato finalizzato alla definizione del suo assetto geomorfologico e morfotettonico, in rapporto a quello che caratterizza, nell'insieme, il basso Appennino pavese-piacentino. Gli elementi tettonici che presentano i più significativi riscontri morfologici sono quelli interessati da attività molto recente e sono illustrati in Figura 1.

Le condizioni geologico-strutturali e geomorfologiche del territorio esaminato assumono particolare significato nel contesto dell'evoluzione morfotettonica plio-quaternaria dell'Appennino settentrionale (Marchetti *et al.*, 1979); presentando il bacino del T. Gualdora caratteristiche particolari, è stato possibile trovarne e giustificarne le probabili cause connesse con movimenti tettonici recenti.

2. ASPETTI GEOLOGICO-STRUTTURALI E GEOMORFOLOGICI

La morfologia dell'area esaminata, molto dolce e ondulata, può essere senz'altro messa in relazione con un mediamente avanzato stadio evolutivo su di un substrato litologico costituito dalle rocce, per lo più facilmente erodibili, della "Formazione di Val Luretta" della C.G.I., una serie flyschioide presente, nella zona oggetto di studio (Fig. 2), sia come Membro di Genepreto che come

Membro di Monteventano (Baroni *et al.*, 1989).

Nonostante la condizione di generale sollevamento recente, esplicitatosi in più momenti, che ha caratterizzato l'Appennino settentrionale (Bernini *et al.*, 1978; Marchetti *et al.*, 1978; 1979), all'interno del bacino del T. Gualdora l'attività erosiva è stata meno marcata rispetto alle aree circostanti, non avendo il torrente stesso subito fenomeni di ripresa erosiva così accentuati come quelli che hanno interessato i corsi d'acqua adiacenti.

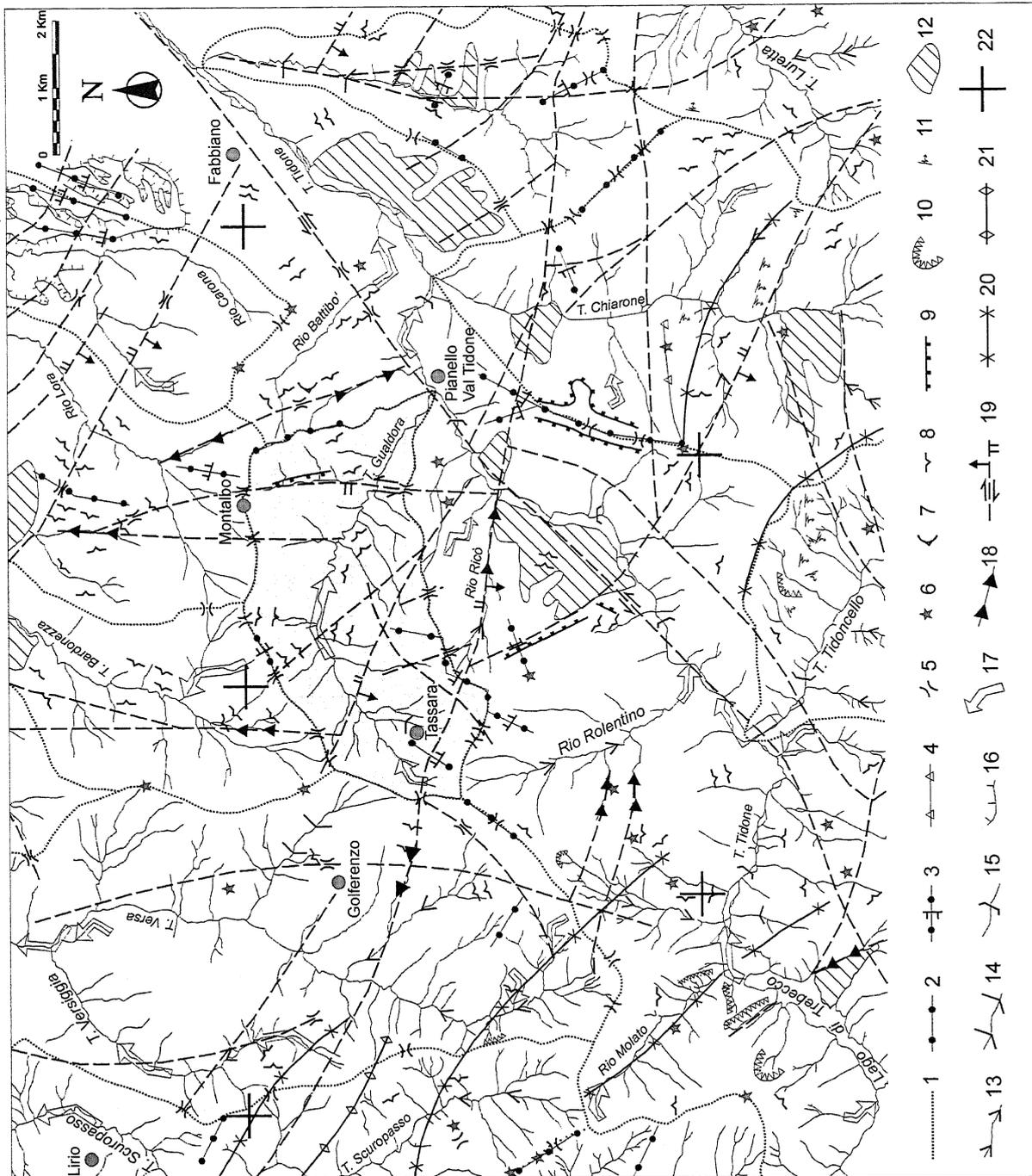
Il ramo principale del T. Gualdora mostra un vistoso gomito di deviazione. Tale particolare andamento può rappresentare non tanto una diversione vera e propria quanto una situazione relitta, conseguente alla decapitazione dei tributari che scorrevano tra C. Morganti e S. Giorgio. Per erosione regressiva, i rii di testata del T. Bardonezza, ubicato a N del crinale compreso tra C. Albertini e C. Morganti, avrebbero decapitato gli affluenti di sinistra del torrente in esame, intaccandone l'antico bacino. Al T. Gualdora non sarebbe rimasto altro che sviluppare il suo reticolo nel settore sud-occidentale del proprio bacino di raccolta.

Fenomeni di "cattura" di questo tipo, con conseguente spostamento dello spartiacque, operati sia da parte del T. Bardonezza che del T. Versa (il cui bacino confina a W con quello del T. Gualdora), sarebbero anche responsabili della marcata asimmetria che mostra il bacino in esame a monte del gomito di deviazione. Purtroppo, non sono riconoscibili nette testimonianze di quanto avvenuto, poiché l'area solcata dai rii, che dovrebbero essere stati decapitati, è attualmente sede di numerose paleofrane che hanno rimodellato i versanti.

Oltre ai succitati torrenti, gli altri corsi d'acqua drenanti i bacini limitrofi a quello in esame, che vanno a

Fig. 1 - Aspetti morfotettonici dell'area circostante il bacino del T. Gualdora. 1) Linea di spartiacque; 2) crinale o cresta a sviluppo rettilineo; 3) discontinuità altimetrica di crinale o cresta; 4) allineamento di vette; 5) sella; 6) lembo di paleosuperficie; 7) contropendenza e/o area a deflusso idrico difficoltoso; 8) irregolarità del pendio per lo più connessa a fenomeni gravitativi; 9) orlo di scarpata recente e/o a degradazione meteorica attiva; 10) scarpata rocciosa in evoluzione; 11) area interessata da ruscellamento diffuso; 12) area con frane e particolari forme di erosione ricorrenti e/o allineate; 13) alveo con tendenza all'approfondimento; 14) valle con profilo asimmetrico; 15) valle a fondo piatto; 16) orlo di terrazzo fluviale; 17) gomito di deviazione di corso d'acqua; 18) tratto di alveo particolarmente rettilineo; 19) lineamento a faglia; le frecce indicano l'immersione nel piano o il senso di movimento, i trattini la parte ribassata; 20) asse di sinclinale; 21) asse di anticlinale; 22) zona interessata da sollevamento relativo.

Morphotectonic features of the Gualdora river basin surrounding area. 1) Divide line; 2) rectilinear crest or ridge; 3) altimetric offset of crest or ridge; 4) top alignment; 5) saddle; 6) strip of paleosurface; 7) reverse slope and/or water difficult run-off area; 8) slope unevenness due to gravitational effects; 9) edge of recent scarp and/or active degradation area; 10) active rock scarp; 11) area affected by rill wash; 12) area with landslides and recurrent and/or aligned erosional landforms; 13) river bed trending to down-cutting; 14) asymmetrical valley; 15) valley with flat bottom; 16) fluvial terrace scarp; 17) river elbow; 18) linear valley; 19) lineament or fault; arrows show the strike or the horizontal displacement, indentation indicates the hanging wall; 20) syncline axis; 21) anticline axis; 22) uplifting zone.



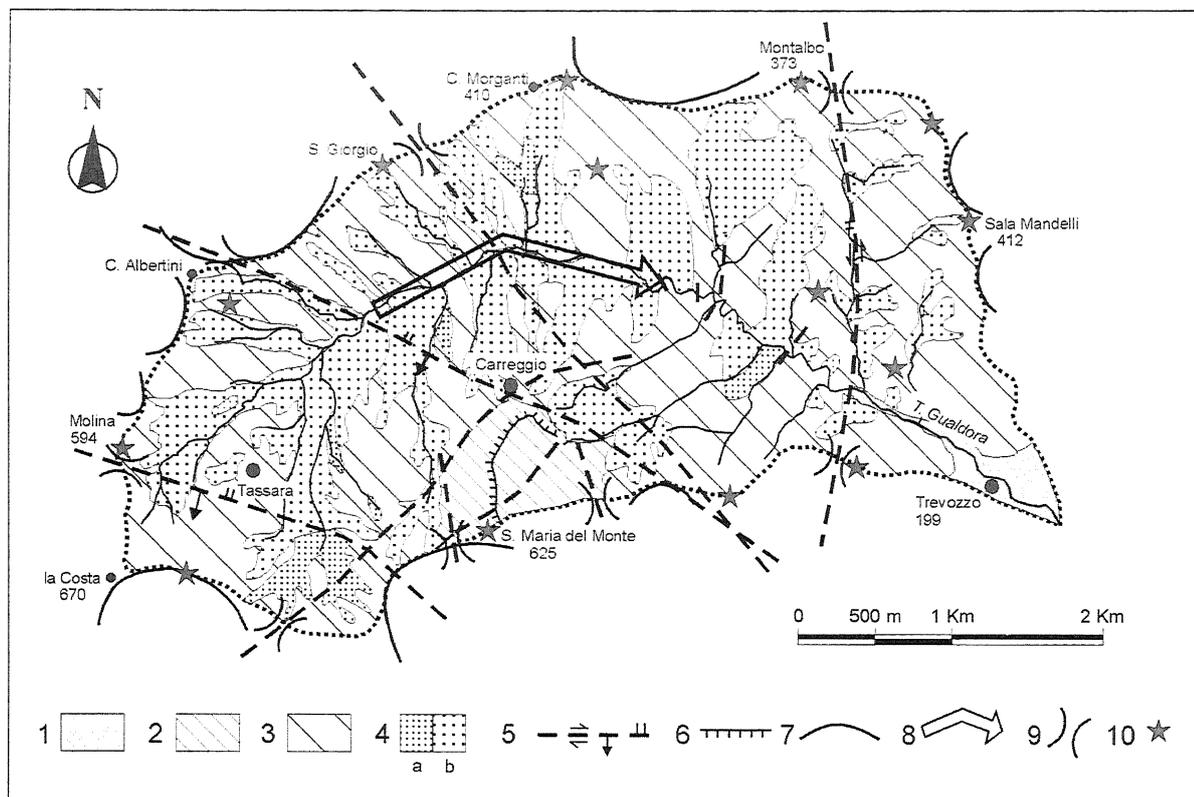


Fig. 2 - Carta geologico-strutturale con elementi geomorfologici. 1) *Depositi alluvionali terrazzati medio-antichi e antichi*: ghiaie e/o sabbie poligeniche, a matrice limosa o limoso-sabbiosa; presenza, in superficie, di una coltre limoso-argillosa di colore bruno o bruno-giallastro scuro. Buon grado di permeabilità per porosità, elevata potenzialità idrica; scarsa coesione, angolo di attrito interno e capacità portante elevati solo per i letti a dominante ghiaiosa; 2) *Membro di Genepreto della "Formazione di Val Luretta"*: successioni flyschoidi di strati a dominante calcarea e marnoso-calcarea, talora a base calcarenitica, con intercalazioni arenacee e/o marnoso-argillose e con assetto geometrico relativamente ben conservato, laddove è più diffusa la componente marnoso-calcarea; coltre di alterazione limoso-argillosa ben sviluppata lungo i versanti meno acclivi (1-2 m) e sul fondo di docce topografiche (2-4 m). Limitata permeabilità per fessurazione; potenzialità idrica media. Le caratteristiche geomeccaniche sono buone per la roccia inalterata; più scadenti per la sovrastante coltre di alterazione e, soprattutto, influenzate dal tenore di acqua di imbibizione; franosità di norma limitata alla coltre di copertura, solo localmente (acclività elevata, stratificazione a franapoggio ecc.) estesa anche alla roccia sottostante; 3) *Membro di Monteventano della "Formazione di Val Luretta"*: fitte alternanze di strati arenacei, siltosi e marnoso-argillosi, abitualmente interessate da minute pieghe e ricoperte da una coltre eluviale e/o colluviale, molto sviluppata sul fondo dei compluvi (2-4 m) e lungo i versanti poco acclivi (1-3 m); presenza di corpi argillosi lenticolari (argille varicolori). Bassa permeabilità o, localmente, permeabilità media per fessurazione; potenzialità idrica generalmente ridotta. Le caratteristiche geomeccaniche sono mediamente favorevoli per la roccia in posto; discreta propensione al dissesto; 4) frane in evoluzione (a) e quiescenti (b); 5) lineamento o faglia: le frecce indicano l'immersione del piano o il senso di movimento, i trattini la parte ribassata; 6) orlo di terrazzo morfologico; 7) scarpata di erosione regressiva; 8) gomito di deviazione; 9) sella; 10) lembo di paleosuperficie.

Geostructural sketch map and geomorphological elements. 1) MEDIUM-ANCIENT AND ANCIENT TERRACED ALLUVIAL DEPOSITS: polygenic gravel and/or sand with a silty or silty-sandy matrix; these deposits are often covered by a brown silty-clayey layer. Good permeability, high water yield; weak cohesion; gravelly beds have a high internal friction and bearing capacity; 2) GENEPRETO MEMBER OF THE "VAL LURETTA FORMATION": flyschoid sequences with limestone and marly-limestone layers, locally with a calcarenitic nature, with sandy and/or marly-clayey interlayers. Stratification is usually well preserved where calcareous marls are predominant; presence (1-2 m) of a silty-clayey weathering layer on gentle slopes and on the bottom of topographic lows (2-4 m in thickness). Moderate permeability due to fissuring; medium water yield. The unweathered rock has good geotechnical properties. The weathered silty-clayey layer is prone to landsliding whereas the bedrock is involved in landsliding episodes only where slopes are very steep, or in the case of downslope bedding, etc.; 3) MONTEVENTANO MEMBER OF THE "VAL LURETTA FORMATION": thin sequence of arenaceous, silty, and marly clayey beds, usually finely folded, locally with a thick eluvial and/or colluvial cover at the bottom of compluvia and on gentle slopes (2-4 m and 1-3 m in thickness, respectively); lenticular clayey ("argille varicolori") bodies. Low permeability; locally, medium permeability due to fissuring; usually low water yield. The in-situ rock has medium to fairly good geotechnical properties; the rock is prone to landsliding; 4) landslides: (a) active, (b) quiescent; 5) lineament or fault: arrows show strike or horizontal displacement, indentation indicates the hanging wall; 6) morphological terrace scarp edge; 7) regressive erosional scarp; 8) river elbow; 9) saddle; 10) strip of paleosurface.

costituire una sorta di reticolato centrifugo (Fig. 1), avrebbero esercitato la loro azione erosiva a danno del T. Gualdora: in definitiva, il bacino studiato mostra chiari segni di un'elisione periferica che si identifica anche con una linea di spartiacque in più tratti convessa verso l'interno e altimetricamente ondulata (Fig. 2).

Per quanto attiene alle possibili influenze esercitate da fenomeni tettonici recenti sulla morfologia, occorre considerare che il bacino del T. Gualdora è interessato da un sistema di faglie (Bernini *et al.*, 1978; Ambrosetti *et al.*, 1987; Marchetti *et al.*, 1981) evidenziato nelle Figure 1 e 2.

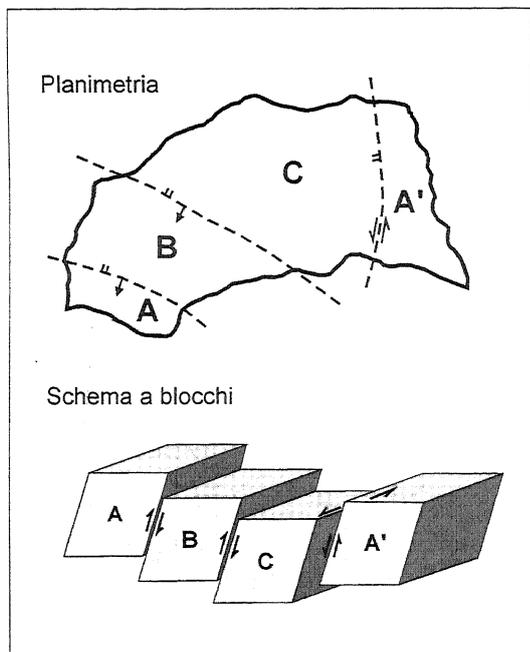


Fig. 3 - Sintesi dell'attuale assetto morfotettonico del bacino del Torrente Gualdora.

Morphotectonic pattern of the Gualdora river basin

Particolare significato assumono alcuni lineamenti tettonici presenti nel bacino e corrispondenti per lo più a faglie (Fig. 2). Sulla base di locali evidenze geologiche è stata supposta la presenza di faglie inverse e/o trascorrenti, in accordo con i modelli relativi a regimi compressivi come quello che caratterizza la porzione di Appennino settentrionale studiata (Perotti, 1991).

La prima faglia, individuata a S di Tassara e diretta WNW-ESE, abbassa un'ampia zona settentrionale (Fig. 3, B,C); all'interno di quest'area, una seconda faglia, diretta NW-SE, con movimento analogo alla prima, ribassa ulteriormente la porzione centrale del bacino (Fig. 3, C) ove è ubicato il citato gomito di deviazione del T. Gualdora. Immediatamente a E di Montalbo, una terza faglia, ad andamento meridiano, rialzando l'area orientale (Fig. 3, A') individua e delimita la depressione al centro del bacino. Ne consegue una gradonatura in cui è possibile riconoscere una zona marcatamente depressa, controllata da faglie, a cui è lecito imputare il rallentamento dei flussi idrici superficiali, giustificando, altresì, la presenza di un anomalo tratto a meandri incassati che si esauriscono all'incirca all'altezza dell'ultima linea di faglia descritta. Più a valle il torrente riprende il suo andamento lineare.

Il minor sollevamento relativo dei settori centrali del bacino (B e C di Fig. 3), rispetto al movimento più generale, sarebbe proprio da mettere in relazione alla descritta gradonatura. Di conseguenza, il T. Gualdora, trovandosi con un nuovo livello di base più alto dei limitrofi corsi d'acqua, avrebbe avuto una più lenta e meno efficace ripresa dell'attività erosiva di testata che lo avrebbe portato a "soccombere nella lotta" per lo spartiacque.

Le considerazioni di carattere tettonico che riguardano il bacino del T. Gualdora trovano conferma nell'analisi geomorfica quantitativa (Melton, 1958) cui è stato sottoposto il bacino in studio.

In particolare, i dati concernenti i gradienti di pendio (Fig. 4) e l'energia del rilievo sono in concordanza con quelli tettonici: infatti, gli alti e i bassi strutturali corrispondono, rispettivamente, alle aree a maggiore e minore gradiente di pendio ed energia del rilievo.

Sono state eseguite ulteriori determinazioni morfometriche che, per brevità, vengono qui sommariamente elencate: per l'intero bacino e i suoi sottobacini si è proceduto al calcolo delle frequenze e alla misura delle lunghezze dei canali e delle aree; sono state calcolate la densità e la frequenza del drenaggio, i rapporti di biforcazione, l'indice di anomalia gerarchica e l'indice di erosione; è stata effettuata un'analisi ipsografica e clinografica. Tali determinazioni hanno permesso di ascrivere il bacino in esame a uno stadio evolutivo mediamente avanzato; si sono potuti altresì individuare alcuni sottobacini particolarmente attivi dal punto di vista tettonico come, ad esempio, quello facente capo al rio che scende da Montalbo (Fig. 2).

Non si può negare, tuttavia, che anche il T. Gualdora abbia subito, in passato, fenomeni di ripresa dell'erosione, seppur in misura molto inferiore rispetto alla maggior parte dei corsi d'acqua appartenenti allo stesso settore appenninico. Ne sono testimonianza i meandri incassati e le paleosuperfici (Marchetti *et al.*, 1978) di versante e sommitali che si rinvengono all'interno del bacino e lungo la linea di spartiacque (Fig. 2).

Anche lo scalzamento alla base dei versanti è imputabile a riprese dell'attività erosiva; conseguente ad esso è l'innescò di fenomeni franosi nuovi o la ripresa di movimento di vecchie frane quiescenti. L'elevata franosità dell'area studiata, peraltro, è favorita anche dal fatto che l'intero bacino del T. Gualdora, come già precisato, è modellato nel Membro di Monteventano della "Formazione di Val Luretta", costituito da litotipi argilloso-arenacei, estesamente affioranti che pongono seri problemi di stabilità. Attualmente la maggior parte delle frane, presenti nell'area oggetto di studio, risulta comunque assestata. Questo aspetto ha favorito lo sfruttamento agricolo di tali zone, già appetibili per la loro morfo-

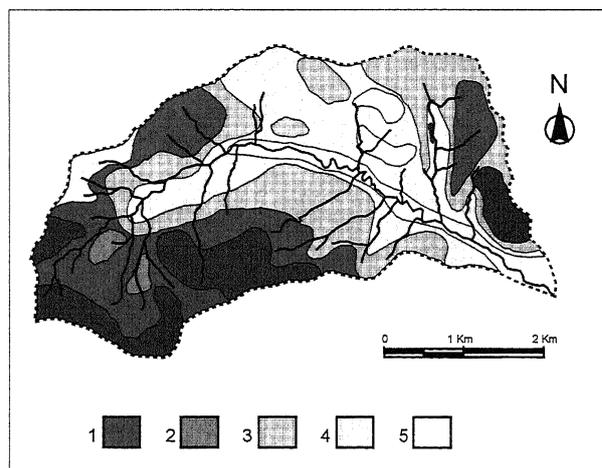


Fig. 4 - Carta dei gradienti di pendio: 1) $> 20^\circ$; 2) $20^\circ + 15^\circ$; 3) $15^\circ + 10^\circ$; 4) $10^\circ + 5^\circ$; 5) $< 5^\circ$.

Slope gradients map: 1) $> 20^\circ$; 2) $20^\circ + 15^\circ$; 3) $15^\circ + 10^\circ$; 4) $10^\circ + 5^\circ$; 5) $< 5^\circ$.

gia molto dolce, la loro fertilità e la discreta abbondanza di manifestazioni sorgentizie.

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In sintesi, con il presente lavoro si è voluto offrire un quadro di dettaglio circa le caratteristiche geomorfologiche e morfoneotettoniche del bacino del T. Gualdora. Gli elementi salienti emersi durante lo studio sono sostanzialmente rappresentati da un rilievo per lo più dolce e ondulato, da un andamento del corso d'acqua meandreggiante, per un tratto, e da un vistoso gomito di deviazione. E' possibile affermare che alla determinazione di tale situazione abbiano concorso diversi elementi, principalmente di carattere idrografico e/o tettonico, comunque sempre legati al fenomeno di generale sollevamento dell'area, anche se differenziato. In tale ottica la Val Gualdora va interpretata come il residuo di un antico e più ampio bacino, perifericamente eliso dai corsi d'acqua dei bacini confinanti che hanno subito un ravvivamento della loro attività erosiva, a seguito delle vicende tettoniche descritte. Se ne conclude quindi che l'esistenza di un particolare quadro neotettonico, che vede l'interagire di più linee di faglia all'interno di una situazione di sollevamento, ha fortemente condizionato l'evoluzione geomorfologica dell'area drenata dal T. Gualdora.

Lavoro realizzato con i fondi F.A.R., responsabile Prof. P. Boni.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- Ambrosetti P., Bosi C., Carraro F., Ciaranfi N., Panizza M., Papani G., Vezzani L. & Zanferrari A., 1987 - *Neotectonic map of Italy, scale 1:500000*. C.N.R., Prog. Fin. Geodinamica, Quad. Ric. Scient., **114**, 4.
- Baroni C., Fasani M., Perotti C.R. & Vercesi P.L., 1989 - *Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo alla scala 1:10.000 - Sez. Vicobarone-S. Maria della Versa e Pianello Val Tidone*. Reg. Emilia-Romagna, Uff. Cartografico. S.E.L.C.A., Firenze.
- Bernini M., Clerici A., Fouque G., Jaccarino S., Marchetti G., Papani G., Pellegrini L., Perotti C., Sgavetti M., Tellini C. & Vercesi P.L., 1978 - *Dati preliminari sulla neotettonica di un settore dell'Appennino nord occidentale e dell'antistante Pianura Padana*. C.N.R. Prog. Fin. Geod., sottoprog. Neotettonica, Pubbl. n°155, 261-327.
- Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000 - F. 71 Voghera, II edizione, 1969, Bologna.
- Marchetti G., Papani G. & Sgavetti M., 1978 - *Evidence of neotectonics in the North-West Apennines-Po side, Alps, Apennines*. In: H. Closs, D. Roeder & K.L. Schmidt (Eds.), *Hellenide Geodynamic investigation along Geotraverses by an international Group of Geoscientis*, 283-288.
- Marchetti G., Pellegrini L., Perotti C.R. & Vercesi P.L., 1979 - *Evoluzione morfostrutturale dell'Appennino piacentino: proposta di uno schema interpretativo*. C.N.R. Prog. Fin. Geod., sottoprog. Neotettonica, Pubbl. n°251, 449-461.
- Marchetti G., Perotti C.R., Vercesi P.L. & Baroni C., 1981 - *Note illustrative degli elaborati cartografici presentati il 31/5/1980 (F. 60 Piacenza e F. 61 Cremona p.p.) e il 31/3/1979 (F. 71 Voghera, F. 72 Fiorenzuola d'Arda, F. 83 Rapallo e F. 84 Pontemoli p.p.)*. C.N.R. Prog. Fin. Geod., sottoprog. Neotettonica, Pubbl. n°356, 915-964.
- Melton M.A., 1958 - *Correlation structure of morphometric properties of drainage system and their controlling agents*. J. Geol., **66**, 442-460.
- Perotti C.R., 1991 - *Osservazioni sull'assetto strutturale del versante padano dell'Appennino nord-occidentale*. Atti Tic. Sc. Terra, **34**, 11-22.

Ms. ricevuto il: 16. 4. 1997
 Inviato all'A. per la revisione il: 15. 10. 1997
 Testo definitivo ricevuto il: 22. 12. 1997
 Ms received: Apr. 16, 1997
 Sent to the A. for a revision: Oct. 15, 1997
 Final text received: Dec. 22, 1997