Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie A, 110 (2005)
pagg. 31-41, figg. 8

D. GIUNTINI (*)

NOTA PRELIMINARE SULLA GEOMORFOLOGIA DELL'ALTA VAL GORDANA (BACINO DEL FIUME MAGRA)

Riassunto - È stato compiuto un rilevamento geomorfologico dell'Alta Valle del Torrente Gordana, un affluente in destra del Fiume Magra, con lo scopo di investigare i processi responsabili dell'evoluzione geomorfolgica dell'area, con particolare riguardo a quelli riferibili alla morfogenesi gravitativa, nell'ottica di un successivo utilizzo dei dati raccolti per scopi pianificatori. Questo settore della Lunigiana, dove affiorano prevalentemente litotipi argillitici e arenacei, è infatti interessato da numerosi movimenti di versante attivi e quiescenti, di neoformazione e su paleofrana, che coinvolgono centri abitati e infrastrutture. I principali centri dell'area, Patigno, Coloretta e Antara, sono interessati da movimenti attivi e sono stati classificati a rischio molto elevato dall'Autorità di Bacino del Fiume Magra.
Essendo il reticolo idrografico in forte approfondimento, non sono presenti depositi alluvionali attuali, se non a monte delle numerose briglie che sbarrano i corsi d'acqua Rio Fiume, Torrente Gordana e Torrente Morticcio. L'intensa azione erosiva dei principali corsi d'acqua dell'area ha svolto un'azione molto importante nella riattivazione di frane quiescenti, togliendo il sostegno alla base dei versanti. La morfologia dell'area sembra essere controllata dalla presenza di tre sovrascorrimenti, allineati in direzione appenninica, tra le unità tettoniche di Gottero, Ottone - S. Stefano, Canetolo e Falda Toscana, interrotte da faglie dirette. I processi neotettonici si manifestano con elementi geomorfologici caratteristici come valli rettilinee (Rio Fiume), allineamenti di creste (M. Rosso - M. Volacra) e versanti ripidi e planari (faglia di Coloretta).

Parole chiave - Lunigiana, geomorfologia, movimenti di versante.

Abstract - *Preliminary note on the geomorphology of Upper Gordana Valley (Magra river basin).* The geomorphological survey of the Upper Gordana River Valley, an affluent of the River Magra, has been carried out with the aim of investigating the processes responsible for geomorphological development, with particular attention to those due to slope processes, with the intention of using the collected data in the field of pianification. This part of Lunigiana, prevalentely characterised by argillaceous and arenaceous rock types, is affected by extensive mass movements that involve built up areas and infrastructures, some landslides are active and many others are dormant. The main villages of the area, Patigno, Coloretta and Antara, are built on active landslides, and are ranked as high risk areas by Magra River Basin Autority.
Since the hydrographic network is in deepening stage, present alluvial deposits are found only upstream of the wiers that dam the courses of Rio Fiume, Gordana and Morticcio torrents. An important role in the reactivation of dormant landslides as been played by the erosive action of rivers at the foot of the slopes. The morphological pattern of the area seems to be controlled by the presence of three overthrust fronts, running in the appennine direction, between the tectonic units of Gottero, Ottone - S. Stefano, Canetolo and the Tuscan Series, interrupted by the presence of normal faults. The lineaments created by neotectonic processes are reflected by characteristic geomorphological features such as linear valleys (Rio Fiume), ridgelines (M. Rosso - M. Volacra) and steep slopes of uniform aspect (Coloretta fault)

Key words - Lunigiana, geomorphology, slope movements.

PREMESSA

La Val Gordana risulta essere, secondo gli studi svolti dall'Autorità di Bacino del Fiume Magra, l'area maggiormente dissestata di tutto il territorio di sua competenza. I movimenti franosi sono causa di grandi problemi agli insediamenti ed alla viabilità: sono infatti sette i centri e nuclei abitati classificati a rischio elevato e molto elevato (Delibera Comitato Istituzionale 94/01, Autorità di Bacino del Fiume Magra) per i quali sono stati previsti interventi prioritari di messa in sicurezza e risanamento. Il presente lavoro è una nota introduttiva ad un studio che coinvolge l'intera Valle del Torrente Gordana, finalizzato alla messa a punto di una metodologia per la valutazione della pericolosità e del rischio di frana a scala di bacino.
Il Torrente Gordana, affluente di destra del Fiume Magra, si trova in Lunigiana (Toscana) al confine con Emilia Romagna e Liguria ed il suo bacino idrografico si estende per circa 50 km^2, principalmente nel territorio comunale di Zeri (Provincia di Massa-Carrara). Il corso del Gordana si sviluppa in direzione ovest-est per una lunghezza di circa 13 km; la quota massima raggiunta all'interno del bacino è di 1589 m (Monte Fabei), mentre quella minima è di 213 m alla confluenza con il Magra.
L'area studiata ricade nella porzione più a monte del bacino del Torrente Gordana, proprio a sud dello spartiacque principale dell'Appennino Settentrionale, ad est dello spartiacque con il Fiume Vara ed a nord della dorsale di Monte Vaio (Fig. 1).
La relativa vicinanza al mare e le caratteristiche orografiche della zona fanno sì che le precipitazioni registrate oscillino intorno a valori di 1500-2000 mm/anno, con massimi superiori ai 2000 mm in corrispondenza della dorsale che divide la valle del Magra dalla valle del Vara (C.N.R., 1964; Rapetti & Vittorini, 1994); i valori mensili più elevati si hanno in autunno e primavera.

(*) Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra, anno 2003, Università di Pisa.

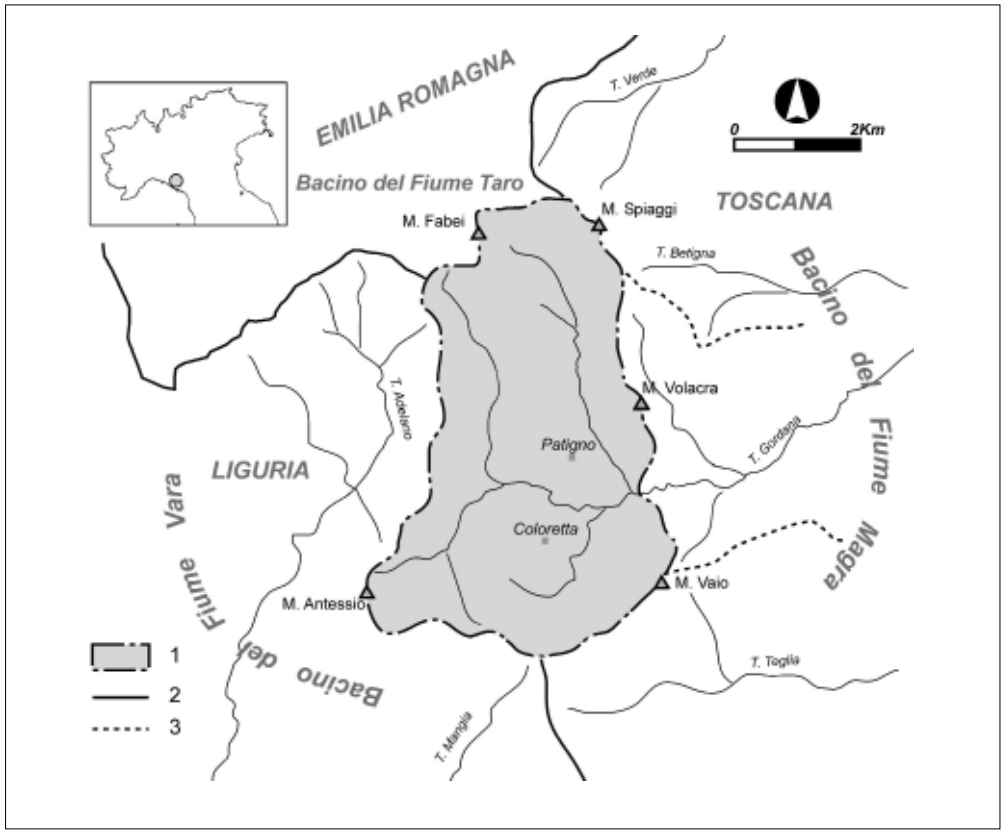

Fig. 1 - Ubicazione dell'area di studio. 1: area di studio; 2: principali spartiacque; 3: spartiacque bacino del T. Gordana.

LINEAMENTI GEOLOGICO STRUTTURALI

L'area è caratterizzata da una elevata variabilità litologica. Procedendo da ovest verso est si possono distinguere formazioni riferibili a quattro diverse unità tettoniche, appartenenti al Dominio Ligure (interno ed esterno), al Dominio Subligure e al Dominio Toscano (Fig. 2).
In base agli studi geologici sull'area o le aree adiacenti (Elter & Schwab, 1959; Cerrina Ferroni *et al.*, 2001), nell'area di studio si possono distinguere, in ordine di sovrapposizione geometrica, partendo dal basso versol'alto troviamo:

Falda Toscana non metamorfica
Nella zona in esame è presente soltanto il Macigno (Oligocene superiore - Miocene inferiore), un'arenaria torbiditica quarzoso-feldspatica grigia o grigio-verde in strati variabili da qualche decimetro a qualche metro. Il Macigno affiora in corrispondenza di tre dorsali allungate in direzione NO-SE: la dorsale Monte Rosso - Monte Volacra in sinistra del Torrente Gordana, la dorsale Monte Carbonara - Monte Favà e quella di Monte Antessio in destra; un altro affioramento importante si trova nella zona della Foce del Rastrello (Monte Roncacci).

Unità di Canetolo
L'Unità di Canetolo riveste una particolare importanza, in quanto costituisce il substrato dei principali dissesti presenti nell'area di studio: frana di Patigno, Coloretta e Castello. Le formazioni affioranti sono Argille e Calcari (Paleocene superiore - Eocene medio), Calcari di Groppo del Vescovo (Eocene inferiore-medio) e Arenarie di Ponte Bratica (Oligocene-Oligocene superiore/?Miocene inferiore).
Le Argille e Calcari sono argilliti grigio scure, fissili, con intercalazioni di calcari fini e calcareniti, in strati di spessore decimentrico; sono presenti anche strati che possono raggiungere 1-2 metri di spessore, di torbiditi calcareo-marnose a base arenitica. Nella parte alta della formazione delle Argille e Calcari, localmente, possiamo trovare intercalazioni lentiformi di torbiditi calcareo-marnose di colore grigio chiaro, in strati spessi a base calcarenitica, separati da livelli siltitici o argillitici: i Calcari di Groppo del Vescovo. Il principale affioramento si trova lungo il versante che va da Punta Carmine al Torrente Cedolo, lo spessore non supera qualche decina di metri.
La formazione al tetto dell'Unità di Canetolo è quella delle Arenarie di Ponte Bratica, torbiditi arenacee grigio-verdi, costituite da una alternanza di strati sottili di arenarie fini micacee e siltiti con rare e sottilissime

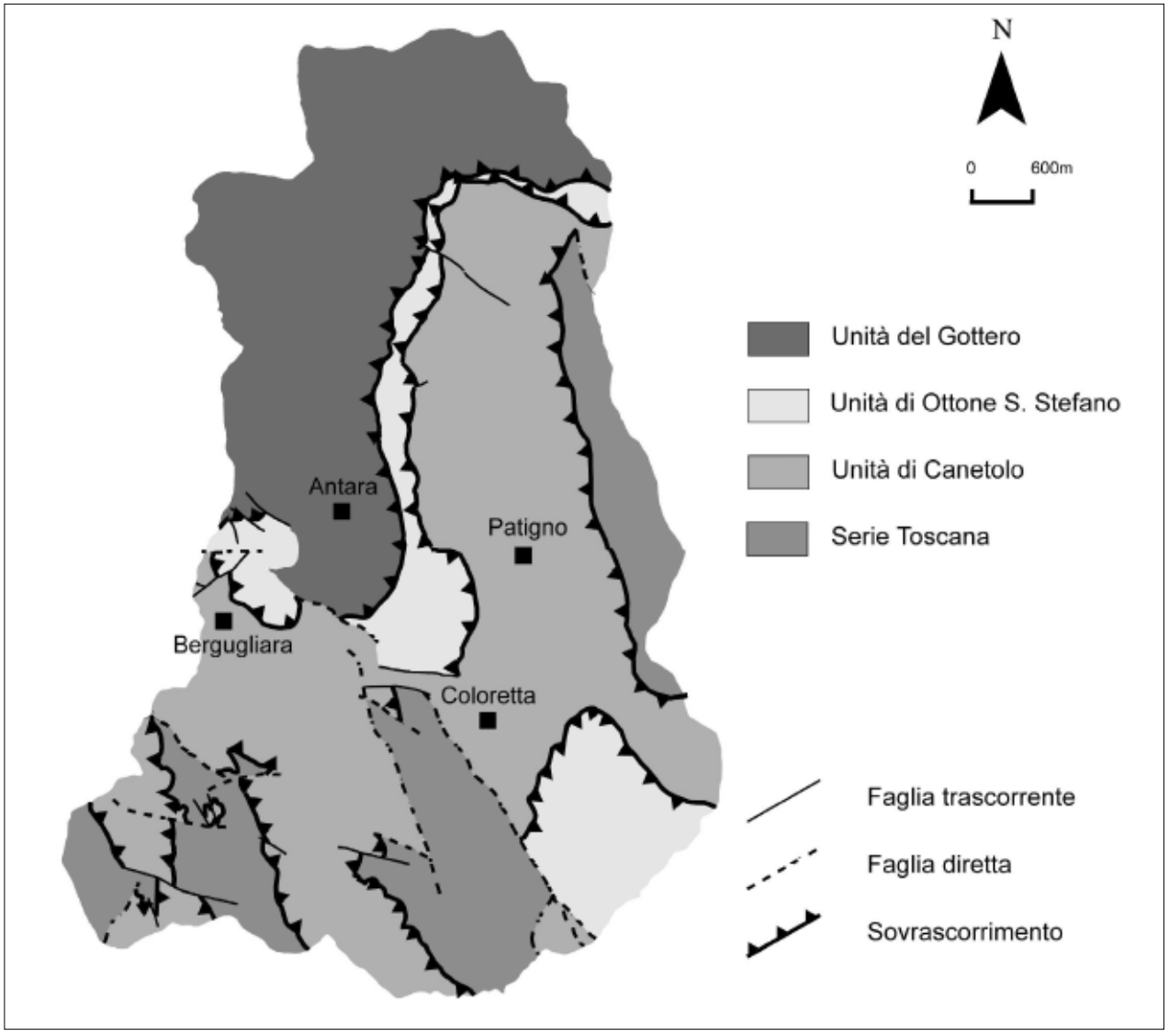

Fig. 2 - Schema strutturale dell'area di studio.

intercalazioni di siltiti marnose ed argilliti siltose laminate. Molto spesso appaiono alterate, friabili e porose, di colorazione ocracea. Nell'area di indagine risultano essere interposte alle Argille e Calcari, al nucleo di pieghe isoclinali originatesi durante la fase di tettonica compressiva che ha portato le unità Liguri e Subliguri sul Dominio Toscano.

Unità di Ottone - S. Stefano

Questa unità è rappresentata quasi esclusivamente dal Flysch di Ottone (Campaniano inferiore - Maastrichtiano inferiore), una torbidite calcareo-marnosa grigio-scura in strati di spessore da qualche centimetro ad un paio di metri. Il rilievo di Monte Vaio è costituito interamente da questo litotipo; altri affioramenti di dimensioni minori si trovano presso Bergugliara e lungo la dorsale che delimita ad ovest la frana di Patigno.

Alla base del Flysch di Ottone, affiorano le rocce del Complesso di M. Penna - Casanova (Coniaciano superiore - Campaniano inferiore) un'unità litostratigrafica eterogena, costituita da più membri senza un preciso ordine stratigrafico: all'interno si trovano brecce polimittiche composte da clasti calcarei, ofiolitici e radiolaritici in una matrice argillitica (Brecce di S. Maria), olistoliti di ultramafiti serpentinizzate affioranti a Colle Greta e arenarie ofiolitiche (Arenarie di Casanova).

Unità del Gottero

L'Unità del M. Gottero è quella geometricamente più alta ed è comprensiva di tre formazioni: Argille a

Palombini (?Cenomaniano *p.p.* - Santoniano superiore/Campaniano inferiore), Scisti della Val Lavagna (Santoniano superiore/Campaniano inferiore - Campaniano superiore/Maastrichtiano inferiore) e le Arenarie di M. Gottero (Campaniano superiore/Maastrichtiano inferiore - Paleocene).
Le Argille a Palombini si presentano come argilliti ed argilliti silicee, a cui si intercalano strati medi e spessi di calcilutiti e calcilutiti silicee grigie.
Gli Scisti della Val Lavagna sono torbiditi pelitico-arenacee, costituite da strati sottili di quarzo-areniti fini micacee e siltiti quarzose a cui si intercalano strati di argilliti marnoso-siltose laminate; al passaggio con la formazione sovrastante, gli strati arenacei aumentano di spessore e frequenza.
Le Arenarie del Gottero, al tetto dell'unità, sono torbiditi costituite da arenarie quarzoso-feldspatiche grigie, ricche di miche, in strati spessi e molto spessi. Affiorano lungo la dorsale montuosa di M. Pelata - M. Tecchione - M. Spiaggi e si presentano con giacitura costante immergente ad ovest.

Dal punto di vista tettonico la zona dell'alta Val Gordana è contraddistinta dalla presenza di tre fronti di accavallamento, allineati in direzione appenninica: il primo è tra l'Unità del Gottero (Dominio Ligure Interno) e l'Unità Ottone - S. Stefano (Dominio Ligure Esterno); il secondo è dato dal fronte tra l'Unità Ottone - S. Stefano e l'Unità Canetolo (Dominio Subligure); infine quello tra quest'ultima e la Falda Toscana (Dominio Toscano).
La messa in posto di queste unità è da mettere in relazione alle fasi tettoniche compressive a vergenza padana che a partire dall'Eocene medio-superiore (Daniele & Plesi, 2000) si sarebbero protratte fino alla parte alta del Miocene.
I fronti di accavallamento sono interrotti da faglie dirette legate alla successiva fase distensiva, connessa all'apertura del Mar Tirreno, che ha avuto inizio a partire dal Rusciniano superiore–Villafranchiano inferiore (Bernini & Papani, 2002; Federici, 1978, 1980, 1981; Bertoldi, 1984, 1988): le faglie hanno direzione appenninica (NO-SE) ed immersione O-E. Al termine di questi movimenti di sprofondamento assistiamo ad un sollevamento differenziale con conseguente approfondimento del reticolo idrografico e un forte incremento dell'energia del rilievo (Raggi, 1985; Buti *et al.*, 1997).

Lineamenti geomorfologici

La ricostruzione geomorfologica dell'alta Val Gordana è stata realizzata mediante campagne di rilevamento svoltesi nel periodo 2003-2005 integrate da fotointerpretazione ed analisi di ortofoto e immagini satellitari. Durante il rilevamento sono state cartografate forme e particolari aspetti del paesaggio riconducibili ai seguenti agenti morfogenetici: le acque correnti superficiali, la gravità e l'uomo; sono state indicate anche le principali forme ed elementi strutturali presenti.
Da un punto di vista morfodinamico i movimenti franosi sono stati distinti in attivi, ovvero in movimento al momento del rilevamento, quiescenti, che pur non mostrando segni di attività si ipotizza che possano essere riattivate dalle cause originali ed inattivi, cioè non più in evoluzione e non riattivabili nelle condizioni morfoclimatiche attuali, dalle cause originali. Per quanto riguarda le altre forme e processi, è stato adottata una suddivisione in due classi: forme attive, cioè tuttora in corso di evoluzione per effetto degli agenti che le hanno generate e quiescenti, o inattive, relativamente a forme non attive al momento del rilevamento. Le distinzioni di attività non hanno, ovviamente, coinvolto le forme strutturali e quelle antropiche.

Forme litostrutturali

La morfogenesi dell'area in esame è fortemente condizionata dall'assetto litostrutturale: la presenza di tre fronti di accavallamento tra le unità tettoniche di Gottero, Ottone - S. Stefano, Canetolo e Falda Toscana, e la presenza di faglie dirette correlate ad una fase di tettonica distensiva hanno lasciato segni ben visibili.
Il settore di crinale che va da M. Spiaggi a M. Pelata è impostato nelle Arenarie del Gottero, la stratificazione è generalmente a traverpoggio e localmente a reggipoggio: le pendenze variano tra i 30 ed i 50 gradi, per poi addolcirsi in corrispondenza dei potenti ed estesi accumuli detritici e di frana che bordano il crinale. Le vette dello spartiacque di questa zona presentano una forma ampia, debolmente inclinata verso l'esterno del bacino, in quanto coincidenti con le superfici di strato e nel complesso è riconoscibile una morfologia condizionata dalla stratificazione: il lato più acclive presenta stratificazione a reggipoggio mentre quello opposto, meno inclinato, presenta una giacitura conforme ovvero a franapoggio (Fig. 3).
La disposizione a reggipoggio e la presenza di intercalazioni pelitiche alternate a grossi banchi arenacei ha comportato, a causa della maggior erodibilità delle prime rispetto ai secondi, la formazione di gradini, in corrispondenza delle testate degli strati, bordati da piccoli depositi detritici allungati ortogonalmente alla linea di massima pendenza.
Procedendo da ovest verso est, nel settore a nord del Torrente Gordana, troviamo due successivi sovrascorrimenti, già menzionati, con direzione appenninica e localmente N-S: Unità del Gottero su Unità di Ottone e quest'ultima sull'Unità di Canetolo. La sovrapposizione tettonica trova un riscontro morfologico lungo la dorsale che borda ad ovest la frana di Patigno, dove il Flysch di Ottone è a contatto con le Argille Calcari e la morfoselezione ha esumato le rocce ofiolitiche di Colle Greta (Fig. 4). Spostandoci ancora verso est troviamo, al limite dell'area di indagine, la dorsale M. Rosso - M. Volacra (Fig. 4) ad andamento rettilineo in direzione appenninica; in affioramento è presente la formazione del Macigno con strati disposti come il pendio, ma con pendenza maggiore, la base del versante è bordata da corpi detritici e di frana.
Anche nel settore a sud del Torrente Gordana il motivo morfostrutturale predominante è l'allungamento delle principali dorsali montuose, in Macigno, secondo

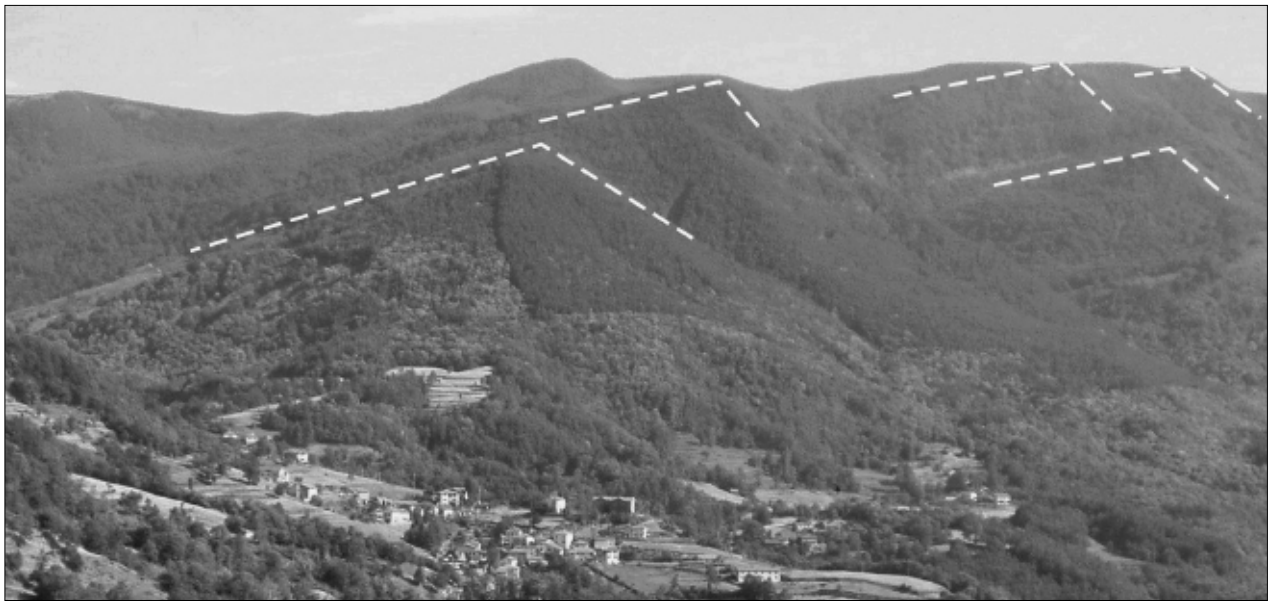

Fig. 3 - Settore ovest dello spartiacque: rilievo di tipo *cuesta*. Il versante interno del bacino è più acclive, a causa dell'erosione di testata degli strati.

la direzione circa NO-SE; sono presenti anche i segni della tettonica distensiva, con faglie dirette aventi la medesima direzione appenninica. Le forme strutturali più ricorrenti sono le faccette triangolari e trapezoidali (Fig. 4), come nel caso della faglia di Coloretta in corrispondenza della quale risulta ben visibile un allineamento di faccette che da Foce Avena prosegue in direzione SE-NO fino all'abitato di Coloretta: la «freschezza» di tali forme sembrerebbe essere indice di un'attività tettonica recente.

IDROGRAFIA E MORFOLOGIA DOVUTA ALLE ACQUE CORRENTI

Utilizzando la Carta Tecnica Regionale Toscana (scala 1:10.000), integrata da osservazioni di campagna, è stato ricostruito il reticolo idrografico dell'area di studio, evidenziando inoltre gli specchi d'acqua e le sorgenti. Tutti i canali fluviali sono stati classificati secondo il metodo proposto da Strahler (1954): il Torrente Gordana, collettore principale dell'area indagata, è risultato essere di quinto ordine (Fig. 5).
Il Gordana scorre da ovest verso est e suddivide l'area in due parti: a nord, in sinistra orografica, gli affluenti principali sono Torrente Morticcio e Rio Fiume mentre a sud in destra orografica troviamo il Torrente Cedolo e il Torrente Dorgiola.
La zona nord ha un'estensione maggiore ed è allungata in direzione N-S; la densità di drenaggio è bassa ed i reticoli idrografici del Torrente Morticcio e del Rio Fiume presentano un pattern convergente, nella parte più a monte, legato probabilmente all'alta acclività (Panizza, 1992), per poi scorrere con un andamento pressoché rettilineo orientato in direzione circa N-S. Il Torrente Morticcio e il Rio Fiume sono attualmente in fase di approfondimento, come è testimoniato dall'incisione dei depositi alluvionali e dallo scalzamento al piede delle numerose briglie presenti, costruite per correggere tale tendenza erosiva. Lo stesso fenomeno è riconoscibile anche nelle aste di ordine minore dove sono diffuse scarpate di erosione di altezza, in alcuni casi, fino ad una decina di metri.
A sud del Gordana la densità di drenaggio è maggiore, specialmente a sud- sud-ovest dove affiorano litotipi argillosi con bassa acclività; in generale si può riconoscere un pattern idrografico radiale centrifugo attorno all'alto strutturale del Monte Favà. L'influenza tettonica è ben testimoniata dall'andamento del Torrente Dorgiola che inizia defluendo in direzione SO-NE per poi girare a 90° verso NO in corrispondenza di una faglia diretta e poco prima dell'abitato di Coloretta torna a scorrere secondo la direzione iniziale formando un evidente doppio gomito.
Depositi alluvionali attuali si rinvengono lungo il Rio Fiume, il Torrente Gordana ed il Torrente Morticcio a causa della presenza di briglie, costruite a partire dagli anni '50, che hanno determinato la deposizione a monte di materiale costituito da ghiaie grossolane e grandi massi (Fig. 5).
In sponda destra del Torrente Morticcio, all'incirca di fronte all'abitato di Antara è presente un terrazzo fluviale inclinato verso valle, sospeso a circa 20-25 m di altezza dal fondo del torrente con orlo ben definito (Fig. 5). È costituito da depositi prevalentemente ghiaiosi, litologicamente assimilabili alle arenarie del Gottero; poco prima della confluenza con il Gordana, sempre in sponda destra, si incontrano lembi di un altro deposito fluviale antico degradato da movimenti franosi innescati dall'erosione al piede operata dal torrente.

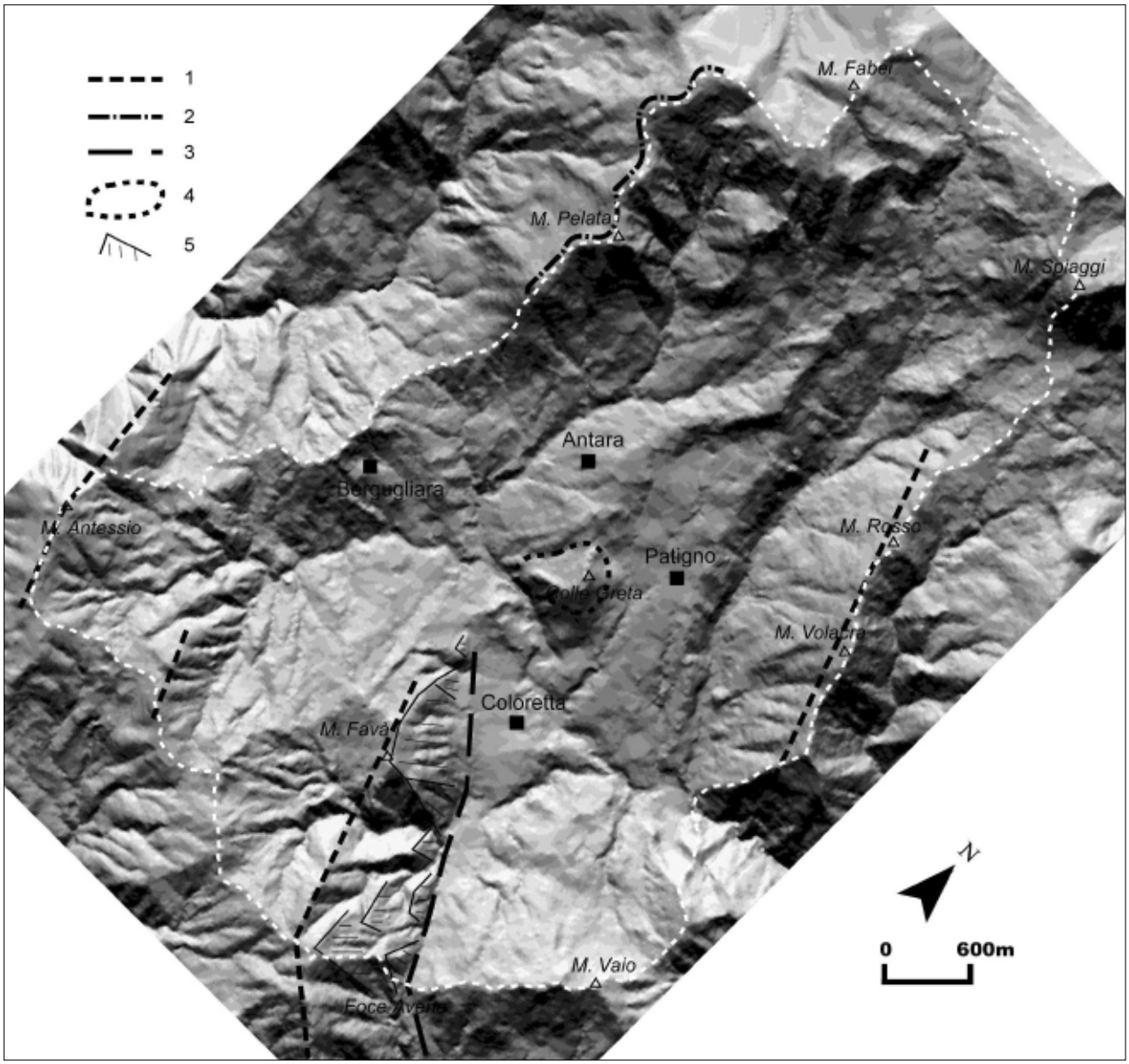

Fig. 4 - Forme litostrutturali. 1: dorsali montuose rettilinee; 2: rilievo a *cuesta*; 3: faglia di Coloretta; 4: massiccio ofiolitico di Colle Greta esumato per erosione selettiva; 5: faccette triangolari e trapezoidali. Linea bianca tratteggiata: limite area di studio.

Su entrambe le sponde del Torrente Gordana si rinvengono a varie altezze depositi ciottolosi di ambiente fluviale ed anche lungo il Rio Fiume in corrispondenza dell'abitato di Noce è presente un simile deposito di forma allungata ad un'altezza di circa 20 m (Fig. 5).
I fossi e le vallecole di primo e secondo ordine hanno caratteristiche diverse in relazione ai litotipi sui quali si impostano: nelle arenarie (Gottero, Macigno, Arenarie del Bratica) il fondo dei canali è acclive e gli impluvi si presentano marcati con la caratteristica forma a V; nelle formazioni argillose (Argille e Calcari, Argille a Palombini) le pendenze sono più dolci e le forme più svasate.

Gli specchi d'acqua presenti sono solo due: i Laghi degli Aracci. Si trovano ad una quota compresa tra 1170 e 1194 m, all'interno di un corpo di frana quiescente: il più basso sembra essersi formato in corrispondenza di una contropendenza del terreno, prodotta da movimenti differenziali all'interno dell'area in frana, mentre il più alto, posto presso la testata della frana stessa, dal momento che non è presente nelle vecchie carte topografiche, potrebbe avere un'origine mista: l'attività antropica connessa alla costruzione del villaggio turistico degli Aracci avrebbe agito su una zona di ristagno d'acqua naturale, convogliandovi il ruscellamento diffuso ed accentuando la contropendenza originaria.

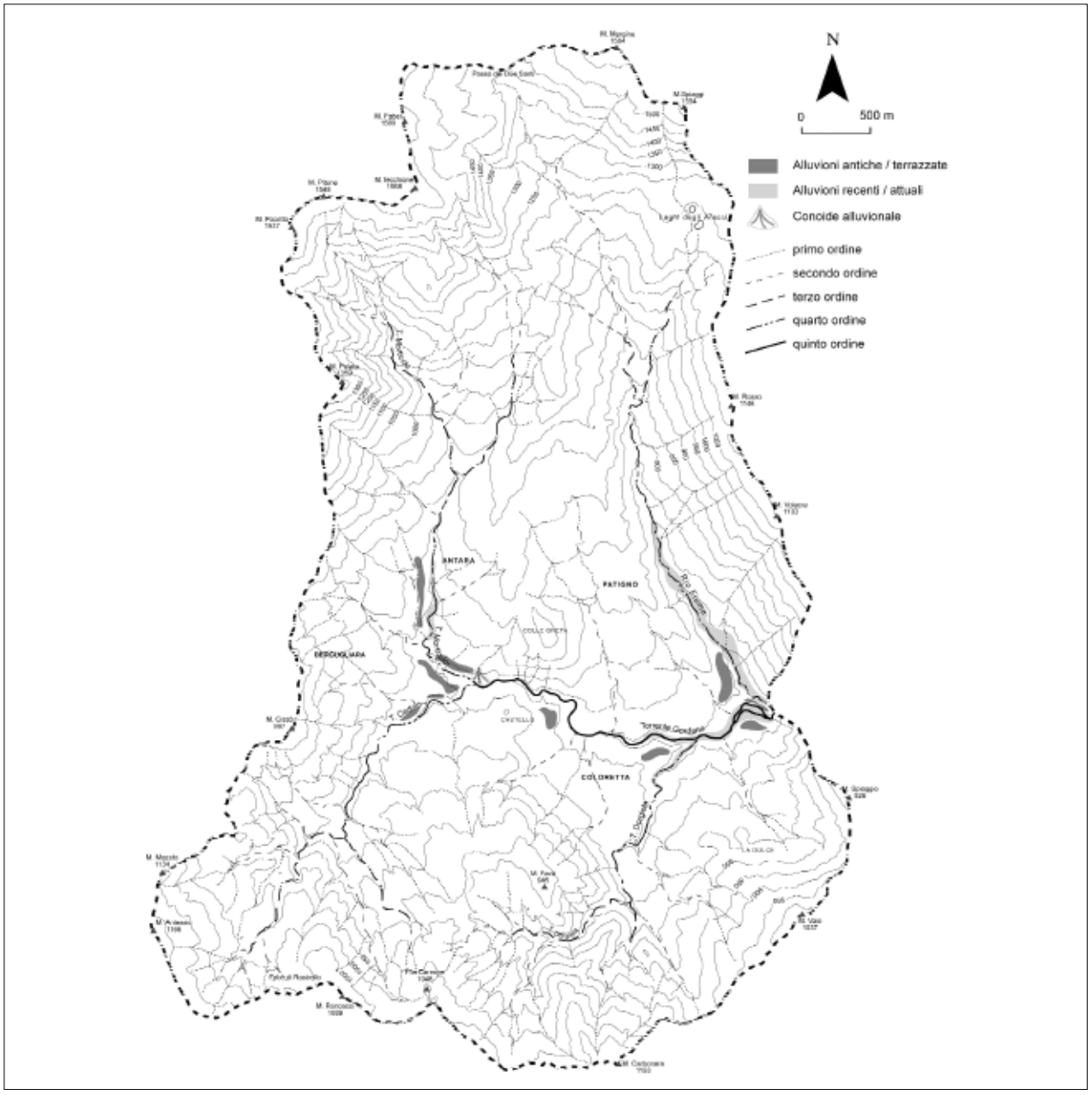

Fig. 5 - Schema della rete idrografica principale dell'Alta Val Gordana e principali depositi di origine fluviale. I segmenti idrografici sono distinti secondo la classificazione proposta da Strahler (1954).

MORFOLOGIA GRAVITATIVA

Le forme e i depositi gravitativi di versante sono ampiamente diffusi nell'area di studio, anzi, possiamo dire che ne rappresentino la caratteristica peculiare. Il rilevamento di campagna, integrato dall'analisi fotointerpretativa ha permesso di riconoscere e cartografare frane di diversa tipologia: scivolamenti rotazionali, scivolamenti traslativi, colamenti, crolli, frane complesse. Particolare attenzione è stata rivolta al riconoscimento di piccoli movimenti non cartografabili lungo le aste fluviali, innescati dall'erosione di sponda, e lungo la viabilità, sia a monte sia a valle della stessa, che spesso possono essere indizi di potenziali riattivazioni di frane quiescenti o parziali riprese di movimenti inattivi.

Nel settore settentrionale dell'area di indagine, dove sono presenti le culminazioni maggiori di 1500 m, i processi di degradazione meteorica, hanno prodotto

notevoli coperture detritiche di versante, spesso sottoforma di falde e coni, successivamente mobilizzate da fenomeni franosi. Altri depositi detritici di una certa importanza si incontrano alla base della dorsale M. Rosso - M. Volacra, impostata sulla formazione arenacea del Macigno.
I movimenti franosi, come abbiamo più volte ricordato, sono numerosi e diffusi praticamente ovunque, anche se con specificità diverse: la zona che dal crinale nei pressi del Passo dei Due Santi scende fino al Torrente Gordana è caratterizzata da grandi movimenti di tipo scivolamento rotazionale, con nicchie di distacco ben visibili, spesso inattivi o quiescenti, che però in alcuni casi subiscono parziali riattivazioni prodotte dall'erosione al piede dei torrenti. A sud del Gordana la situazione cambia nettamente: i movimenti sono soprattutto colamenti di estensione modesta, con un alto rapporto tra lunghezza e larghezza, il paesaggio assume la caratteristica connotazione con dossi, scarpate, contropendenze e pianori; non mancano comunque crolli e ribaltamenti e scivolamenti rotazionali di piccole dimensioni lungo il corso del Torrente Cedolo e del Gordana stesso.
Dal punto di vista del rischio le situazioni più delicate sono fondamentalmente tre: la «Grande Frana di Patigno», la frana di Coloretta e quella di Antara. La frana di Patigno, già ampiamente studiata (Federici *et al.*, 2000, 2002), è un grande movimento di circa 2,5 km di lunghezza e larghezza al piede di circa 1 km, impostato sulla formazione delle Argille e Calcari. Al suo interno sono riconoscibili più corpi in movimento che rimaneggiano la massa principale: ciò può essere considerato il risultato di movimenti di scivolamento e colamento con stile di attività complesso, con il piede della grande frana in avanzamento (Chelli & Stefanini, 1999). In questo momento il versante in frana di Patigno è monitorato tramite tre tubazioni inclinometriche ed i risultati raccolti dalla Provincia di Massa Carrara confermano la presenza di un lento movimento attivo profondo circa 40 m (Turba & Zollini, 2004). Per una descrizione più esauriente del fenomeno si rimanda al lavoro di Federici *et al.* (2000).
Il paese di Coloretta è ubicato in destra orografica del Torrente Gordana di fronte a Patigno, su un deposito subpianeggiante, un centinaio di metri più in alto del letto del Gordana, formato da materiali sciolti a componente fine con brecce polidimensionali e sabbie di spessore variabile tra 10 e 20 metri. A SO dell'abitato è presente il crinale che comprende M. Favà, con pendenze nell'ordine dei 30-40° ed andamento rettilineo in direzione NO-SE (Fig. 6).
Questa particolare situazione è da imputarsi ad una dislocazione tettonica e al conseguente scivolamento e basculamento di una massa rocciosa lungo uno specchio di faglia individuato dal versante del M. Favà e infine la formazione di una potente coltre detritica: possiamo quindi considerare l'accumulo detritico di Coloretta come una vecchia frana (paleofrana Auctt.) regolarizzata dai processi di rimodellamento dei versanti ad opera delle acque superficiali.
All'interno di questa coltre detritica è stata individuata una zona in movimento che interessa l'abitato: sono molti gli edifici lesionati, in particolare la torre campanaria della chiesa che si presenta fortemente inclinata rispetto alla verticale. La chiesa stessa è stata recentemente dichiarata inagibile. Il movimento franoso è di tipo scivolamento rotazionale con evoluzione in colamento e con una distribuzione di attività retrogressiva, la superficie di rottura sembra estendersi in senso opposto a quello del movimento. Le cause del dissesto sono da ricercarsi nella scarsa qualità meccanica del materiale coinvolto e nell'azione di scalzamento al piede operata dal Torrente Gordana, in chiara fase erosiva. Per rimediare a questa tendenza, in passato, sono state realizzate alcune briglie che però al momento non sembrano essere in grado di controllare i fenomeni erosivi.
L'abitato di Antara si colloca sul versante sinistro del Torrente Morticcio, affluente di sinistra del Gordana, ad una quota di circa 850 metri s.l.m. su corpo di frana a debole pendenza, che, dalle perforazioni eseguite, risulta avere uno spessore dell'ordine dei 10-15 metri. Alla base del versante, dove scorre il Morticcio, la pendenza aumenta decisamente a causa dell'incisione operata dal torrente, con genesi di scarpate subverticali (Fig. 7). Gran parte degli edifici presentano fessurazioni e cedimenti, il movimento è interpretabile come un lento colamento attivo di materiale detritico, rappresentato da sabbie e brecce in matrice fine.
Poco sotto l'abitato è presente una frana attiva di scorrimento rotazionale con scarpata che interessa il materiale del corpo di frana principale; potenzialmente potrebbe andare ad interessare il paese, a seguito di una possibile evoluzione retrogressiva del movimento. Ancora una volta i movimenti sono imputabili principalmente all'intensa attività erosiva dei corsi d'acqua, testimoniata anche lungo il Torrente Morticcio dalle numerose briglie spesso scalzate alla base, e dalla presenza di scarpate di erosione fluviale.
Per finire va notato che il versante che scende da Monte Vaio fino al Torrente Cedolo, pur coperto da depositi di versante e da frane, presenta caratteri geomorfologici tipici delle deformazioni gravitative profonde di versante (Fig. 8). Il M. Vaio è modellato nella formazione del Flysch di Ottone, una roccia competente intensamente fratturata, che risulta sovrapposta alle più duttili rocce delle Argille e Calcari, ed alla sommità sono evidenti alcune trincee larghe 10-15 m e profonde circa 5 m già note in letteratura (Buti *et al.*, 1997), che determinano uno sdoppiamento di cresta.
Scendendo lungo il versante incontriamo altre due trincee ben visibili anche in carta, allungate ortogonalmente alla linea di massima pendenza, la loro lunghezza varia dai 500 ai 700 m; queste due trincee presentano bordi smussati e risultano parzialmente riempite dal detrito e da depositi colluviali; esse non sono presumibilmente forme attive. Procedendo ancora verso il fondovalle, la pendenza si riduce sensibilmente ed il versante presenta dossi, aree in contropendenza e scarpate, tipici di una morfologia gravitativa. Gli indizi geomorfologici riscontrati in campagna ci fanno ipotizzare un movimento di tipo *rock block slide* inattivo.
Nel complesso il versante di M. Vaio può essere suddiviso in due porzioni: ad ovest (destra nella foto di Fig. 8) predominano i caratteri tipici delle Dgpv, come

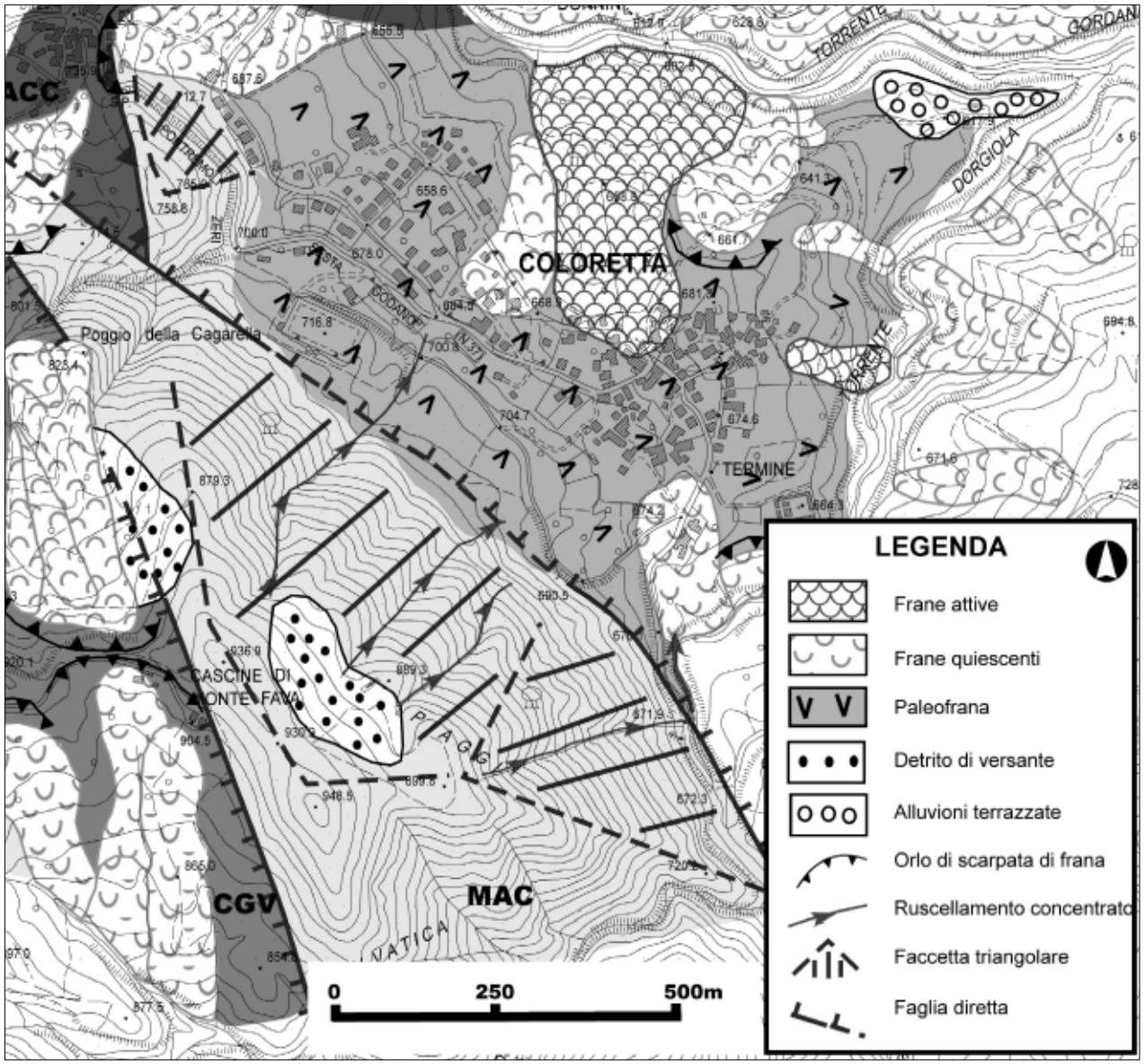

Fig. 6 - Schema geomorfologico della frana di Coloretta.

sopra accennato, mentre ad est (sinistra in Fig. 8) la morfologia risente della presenza di antichi corpi di frana localmente rimobilizzati.

Il quadro conoscitivo ottenuto con la normale osservazione geomorfologica è stato integrato dall'analisi storica dei fenomeni franosi, svolta attraverso l'esame della stampa periodica, a diffusione locale e nazionale, dei documenti d'archivio degli Enti pubblici e della letteratura storica e naturalistica. Un grande contributo è stato dato dall'Archivio del Progetto AVI (Guzzetti *et al.*, 1994), che riporta eventi relativi a frane e fenomeni alluvionali nell'intervallo temporale di riferimento compreso tra i primi del novecento e la fine del secolo stesso e che ha permesso di individuare alcune decine di movimenti franosi. Altri elementi molto interessanti derivano dalla ricerca storica svolta da Chelli & Rossi (2003), che partendo dal ritrovamento della carta «Pontremoli e dintorni» del diciottesimo secolo, ricostruisce l'evoluzione del movimento franoso che nel 1836 ha distrutto il paese di Legnodano, ubicato a monte di Patigno sulla sponda destra del Torrente Fiume. Le notizie raccolte consentono di compiere delle valutazioni sullo stile e sulla distribuzione di attività delle frane della zona, che possono alternare periodi caratterizzati da inattività ovvero movimenti impercettibili, a fasi parossistiche con velocità elevate e capacità distruttive notevolmente accresciute.

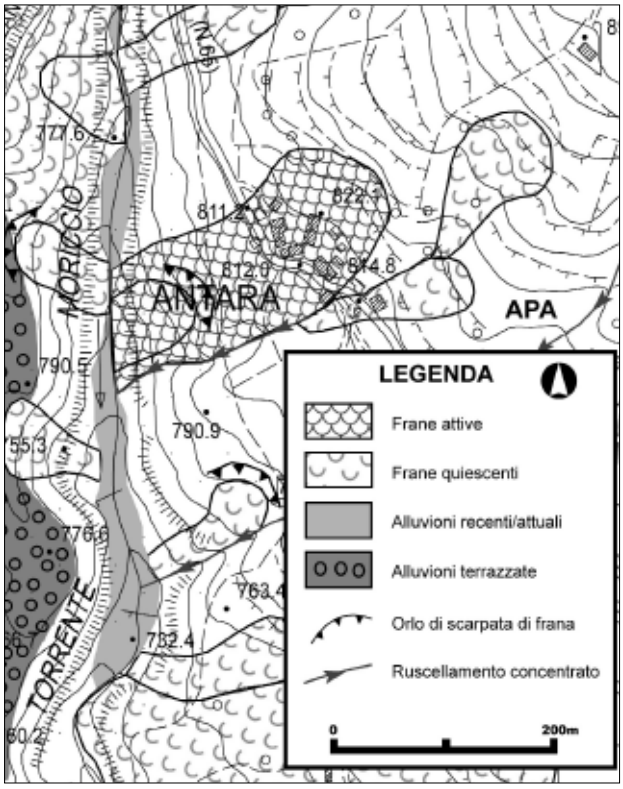

Fig. 7 - Schema geomorfologico della frana di Antara.

MORFOLOGIA ANTROPICA

La principale attività economica di questa zona dell'Appennino è l'allevamento di bovini e ovini mentre le colture sono praticamente inesistenti; negli ultimi 30-40 anni il turismo invernale ha avuto un impulso con la costruzione di alcune piste da sci presso il Passo dei Due Santi, in località Zum Zeri.
L'elevato numero di capi di bestiame presenti nel comune di Zeri implica localmente alcuni problemi, poiché il passaggio ripetuto e regolare di bovini comporta una compattazione del suolo, con diminuzione della permeabilità ed aumento del ruscellamento, ed anche la movimentazione di zolle di terreno verso il basso che può causare l'innesco di fenomeni di reptazione da pascolo e fenomeni di degradazione da sovrapascolamento.
I terrazzamenti agrari sono rari. La costruzione delle piste non ha comportato un impatto elevato sulla morfologia della zona, se si eccettua il taglio boschivo e la movimentazione di terre per la regolarizzazione del fondo. Collegate all'attività invernale anche le aree parcheggio, modeste a dire la verità, presenti al Passo dei Due Santi ed il piccolo invaso utilizzato per l'innevamento programmato.
Infine, tra gli interventi antropici rimane da menzionare la piccola cava abbandonata presso M. Rosso: una cava da cui venivano estratte lastre di Macigno utilizzate come coperture per i tetti.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio ha permesso di evidenziare gli elementi morfologici salienti di un'area dell'Alta Lunigiana oggetto, in passato, di approfondite indagini su importanti movimenti franosi. L'area appare, in effetti, diffusamente interessata dalla morfogenesi gravitativa, rappresentata sia da fenomeni franosi in senso stretto sia da Dgpv. Il marcato stato di dissesto riscontrato sembra essere legato alle peculiari condizioni litolo-

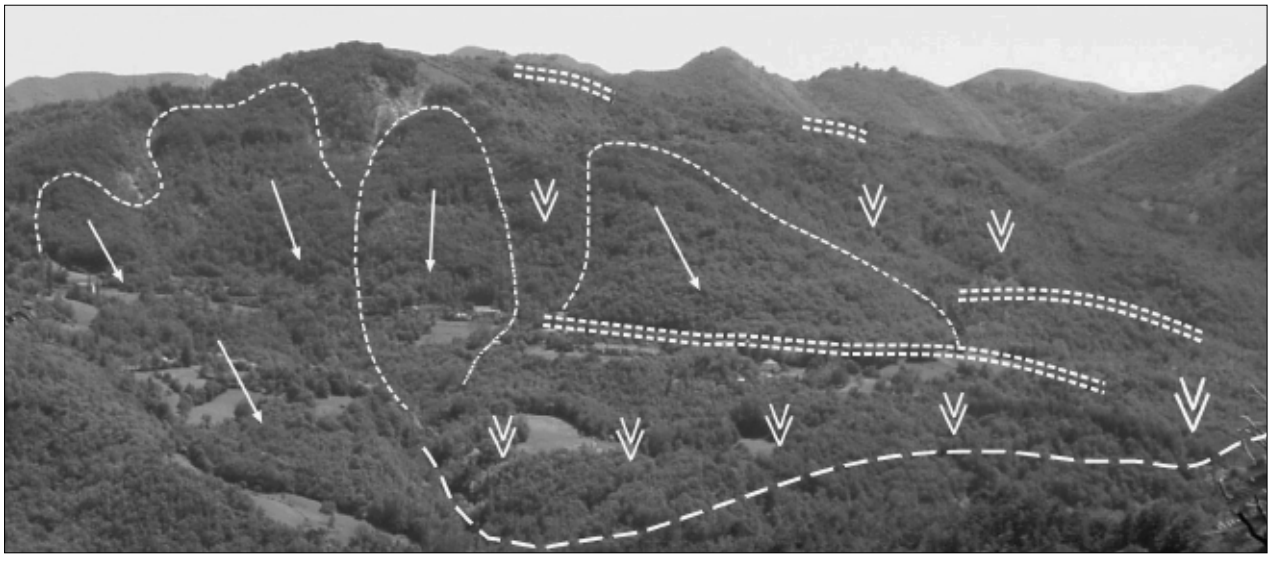

Fig. 8 - Veduta dell'area di M. Vaio interessata da un fenomeno di Dgpv. Tratteggio lungo: limite dell'area coinvolta nella deformazione; tratteggio corto: limiti di frana; doppio tratteggio: trincee.

strutturali ed anche all'evoluzione tettonica. L'Alta Val Gordana, infatti, è caratterizzata dai fronti di accavallamento delle formazioni delle Unità Liguri sull'Unità Toscana e da numerose deformazioni fragili che determinano un forte grado di tettonizzazione.
I movimenti gravitativi di maggiore estensione sono attribuibili a movimenti franosi antichi (frane relitte o paleofrane): la loro origine è imputabile alla fase tettonica pleistocenica caratterizzata da sollevamenti differenziali, con conseguente formazione di versanti molto acclivi e marcato approfondimento del reticolo idrografico, probabilmente anche in condizioni climatiche favorevoli allo sviluppo di fenomeni franosi.
Il processo di approfondimento fluviale è tuttora in atto, come testimoniato dall'incisione delle proprie alluvioni da parte dei corsi d'acqua, e produce condizioni di instabilità sui versanti: i principali movimenti attivi di neoformazione o riattivazioni parziali di grandi corpi più antichi risultano essere strettamente correlati all'azione di scalzamento al piede operata dai corsi d'acqua.
L'indagine effettuata rappresenta uno studio preliminare, base di partenza per approfondimenti futuri sia sull'evoluzione geomorfologica dell'intero bacino del Torrente Gordana, sia sulla valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio di frana nell'ambito della pianificazione di bacino.

BIBLIOGRAFIA

Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Magra, 2001. Delibera di Comitato Istituzionale n. 94 «Adozione del progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del F. Magra e delle relative misure di salvaguardia in attesa dell'approvazione del Piano (art. 17, commi 6 bis e 6 ter e art. 19, Legge 183/89; - art. 1 comma 1 DL. 180/98)», Sarzana.

Bernini M., Papani G., 2002. La distensione della fossa tettonica della Lunigiana nord-occidentale (con Carta Geologica alla scala 1:50.000). *Boll. Soc. Geol. it.* 121 (3): 313-341.

Bertoldi R., 1984. Indagini palinologiche nel deposito fluvio-lacustre villafranchiano di Pontremoli (Val di Magra). Ateneo Parmense, *Acta Nat.* 20: 155-163.

Bertoldi R., 1988. Una sequenza palinologica di età rusciniana in sedimenti lacustri basali del bacino di Aulla-Olivola (Val di Magra). *Riv. Ital. Paleont. Strat*. 94 (1): 105-138.

Buti F., D'Amato Avanzi G., Mazzanti M., Puccinelli A., 1997. I movimenti gravitativi profondi della zona di Chioso (Val di Magra): aspetti geologici e geomorfologici e influenza sull'ambiente antropico. Atti Conv. «Grandi fenomeni gravitativi lenti delle regioni alpine ed appenniniche». Maratea (Pz), 28-30 settembre 1995. Pubbl. CNR-GNDCI n. 1385. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.* 20: 33-41.

Cerrina Ferroni A., Martinelli P., Perilli N.M.L., 1991. Stratigrafia e struttura dell'Unità di Canetolo in Val Cedra (Appennino Parmense). *Mem. descr. Carta Geol. Ital.* 46: 301-312.

Chelli A., Rossi A, 2003. L'utilizzo della ricerca geostorica nello studio della franosità: il caso del borgo di Legnodano (Zeri, Ms) nel XVIII secolo. *Riv. Geogr. Ital.* 110: 123-138.

Chelli A., Stefanini M.C., 1999. Geomorphological features and temporal distribution of the present day landslides activity in the Gordana Basin (Zeri, Northern Apennines): a dendrogeomorphological analysis. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.* 22 (2): 105-114.

C.N.R., 1964. Carta delle precipitazioni medie annue in Italia (trentennio 1921-1950). C.N.R., *Progetto finalizzato Geodinamica*, pubbl. n. 429, S.EL.CA., Firenze.

Daniele G., Plesi G., 2000. The Ligurian Helminthoid Flysch Units of the Emilian Apennines: stratigraphic and petrographic features, paleogeographic restoration and structural evolution. *Geodinamica Acta* 13: 313-333.

Elter P., Schwab K., 1959. Nota illustrativa della Carta Geologica all'1:50.000 della regione Carro-Zeri-Pontremoli. *Boll. Soc. Geol. It.* 78: 157-187.

Federici P.R., 1978. La tettonica recente dell'Appennino: 2 - Il bacino fluvio-lacustre di Pontremoli (Alta Val di Magra) e le sue implicazioni neotettoniche. *Quad. Gruppo St. Quat. Pad.* 4: 121-132.

Federici P.R., 1980. Note illustrative della neotettonica del Foglio 95 - La Spezia e del margine meridionale del Foglio 84 - Pontremoli. In: CNR, Progetto finalizzato Geodinamica**,** pubbl. n. 356: 1348-1364.

Federici P.R., 1981. Nuovi resti di vertebrato nel bacino fluvio-lacustre villafranchiano di Pontremoli (Val di Magra). *Boll. Mus. S. Nat. Lunig.* 1: 71-74.

Federici P.R., Puccinelli A., Chelli A., D'Amato Avanzi G., Ribolini A., Verani M., 2002. The large landslide of Patigno (Northern Apennine, Italy): geomorphological and geognostic integrated analysis. In: Rybáø J., Stemberk J., Wagner P. (eds.). Landslides - Proceeding of the 1st European Conference on Landslides, Prague, Czech Republic, June 24-26 2002: 547-552.

Federici P.R., Puccinelli A., Chelli A., D'Amato Avanzi G., Ribolini A., Verani M., 2000. La Grande Frana di Patigno (Massa Carrara). *Mem. Accad. Lunig. Sc. «G. Cappellini»* 70: 3-51.

Guzzetti F., Cardinali M., Reichenbach P., 1994. The AVI Project: A Bibliographical and Archive Inventory of Landslides and Floods in Italy. *Environ. Manag.* 18: 623-633.

Panizza M., 1992. Geomorfologia. Pitagora Editrice, Bologna, 397 pp.

Raggi G., 1985. Neotettonica ed evoluzione paleogeografia pliopleistocenica del bacino del Fiume Magra. *Mem. Soc. Geol. it.* 30: 35-62.

Rapetti F., Vittorini S., 1994. Carta climatica della Toscana centro-settentrionale. Ed. Pacini, Pisa.

Strahler A.N., 1954. Quantitative geomorphology of erosional landscapes. C.R. 19th Intern. Geol. Cong. Algiers, Sect 13, part 3: 341-354.

Turba C.A., Zollini M., 2004. Monitoraggio tubi inclinometrici - Frana di Patigno, aggiornamento al 25/11/2004. Provincia di Massa Carrara. Rapporto inedito.

(ms. pres. il 10 novembre 2005; ult. bozze il 25 febbraio 2006)