

GORTANIA - Atti Museo Friul. di Storia Nat.	20 (1998)	5-22	Udine, 31.X.1998	ISSN: 0391-5859
---	-----------	------	------------------	-----------------

F. VAIA, M. VALENT

LA DINAMICA DEI VERSANTI NELLA MEDIA VAL TORRE

SLOPE DYNAMIC IN THE MIDDLE TORRE VALLEY

Riassunto breve - L'analisi strutturale svolta sulle masse rocciose affioranti nella media valle del T. Torre e il rilevamento geomorfologico e geostatico hanno posto in luce l'esistenza di situazioni potenzialmente critiche in discreta parte dell'area studiata. Tali deduzioni sono state possibili anche a seguito della determinazione dei coefficienti di sicurezza dei volumi rocciosi unitari in cui sono suddivise le masse stesse, tenendo conto delle effettive caratteristiche delle discontinuità tettoniche e stratigrafiche, oltre che dei fatti morfogenetici e degli stress tuttora in atto.

Parole chiave: Analisi strutturale, Meccanica delle rocce, Stabilità dei versanti, Prealpi Giulie.

Abstract - *It has been found, after the detailed structural analysis and the morphologic and geostathic survey, that some areas in the middle Torre River Valley are concerned by dangerous conditions on their slopes. It has been also found that the stability coefficients of U.V. are often critical, when related to the extensional index of the joints and by considering the tectonic and geomorphologic features of the valley and the stresses still working in the rock masses.*

Key words: *Structural analysis, Rock mechanics, Slope stability, Julian pre-Alps.*

1. Premessa

La stretta e profonda incisione del T. Torre nel suo tratto medio, tra le sorgenti presso Musi e la diga di Crosis presenta da sempre testimonianze di un processo evolutivo caratterizzato da momenti di accentuata dinamicità sia per quanto riguarda i volumi rocciosi affioranti sui versanti sia per quanto attiene all'andamento dei fenomeni climatici. In GENTILI (1964) si trova puntualizzata l'eccezionalità di questi luoghi dal punto di vista della piovosità, quindi dell'alimentazione delle acque superficiali; tutto ciò ha trovato e trova tuttora corrispondenza in un trasporto altrettanto eccezionale, che ha determinato la costruzione di un conoide tra i più ampi della Regione, pur avendo a monte un bacino relativamente contenuto.

Studiato da diversi punti di vista, il bacino del Torre si colloca in una posizione quasi strategica se si considerano gli elementi strutturali che definiscono questa parte delle Prealpi Giulie (VENTURINI & TUNIS, 1989; POLI, 1995) e ciò ne giustifica quindi un'analisi dei rappor-

ti tra l'eredità geodinamica e la morfogenesi nonché tra esse e le conseguenze di carattere geologico-applicato che possono coinvolgere la presenza umana.

Partendo da dati di fatto preesistenti, raccolti in dettaglio nell'area del bacino (IACUZZI & VAIA, 1975; 1977), abbiamo concentrato l'attenzione sul tratto medio del collettore, poiché, prescindendo dalle conseguenze della glaciazione würmiana nella parte superiore del bacino, è in questo tratto che si intuisce ancora in atto, con elevata possibilità di sfogo, l'insieme di tensioni indotto dai fatti orogenetici, che non ha ancora determinato vistose manifestazioni di destabilizzazione delle masse rocciose verso la superficie dei rilievi.

Pertanto si è cercata la correlazione tra le direzioni di stress ricostruite mediante l'analisi strutturale, l'orientazione dei versanti e i loro caratteri geostatici, tenendo conto anche degli indizi di tettonica recente che potessero sostenere le nostre deduzioni, al fine di giungere ad una zonazione per aree di pericolosità geologica.

2. Analisi mesostrutturale

Tralasciando la descrizione dei caratteri tettonici regionali, per cui si rimanda alla copiosa letteratura, in parte già citata, si illustra di seguito lo studio condotto sulle strutture a piccola scala, svolto per giungere al loro meccanismo di formazione ed al campo di sforzi di cui esse sono diretta conseguenza. Nell'interpretazione dei diagrammi costruiti su rete equatoriale si è adottato quanto suggerito dal BADGLEY (1959) per la definizione dei ruoli assunti dalle singole serie di discontinuità nello schema deformativo. Si osserva qui che più volte si sono ottenuti valori angolari tra le coppie di fratture (intendendosi per tali i massimi rappresentativi di ciascuna serie) lievemente discosti da quelli teorici ottimali; in tal caso si è ritenuto che questi scarti siano normali variazioni attorno al valore medio, quale frutto inevitabile del fenomeno naturale.

Le stazioni di misura ubicate nell'area studiata sono complessivamente 31, di cui tuttavia si riportano in figura solo alcuni esempi più significativi, indicandovi le giaciture del versante e delle discontinuità rappresentate ciascuna da un cerchio inteso come valore medio del massimo di concentrazione e infine, in diagramma a parte, l'orientazione degli stress dedotti da questo schema.

L'area, come è noto, è costituita, dal punto di vista litologico, da formazioni con caratteri geomeccanici più o meno differenti; ciò suggerisce a priori un comportamento diverso sotto sforzo e una materializzazione diversa delle conseguenze. Sarà questo a rappresentare la giustificazione di fondo della carta della pericolosità.

La fitta serie di misure, distribuite su tutta l'area studiata, consente di riconoscere le diverse fasi che si sono succedute durante l'orogenesi alpida e quindi le orientazioni degli stress che le caratterizzarono. Si osserva che esse compaiono in tutta l'estensione del

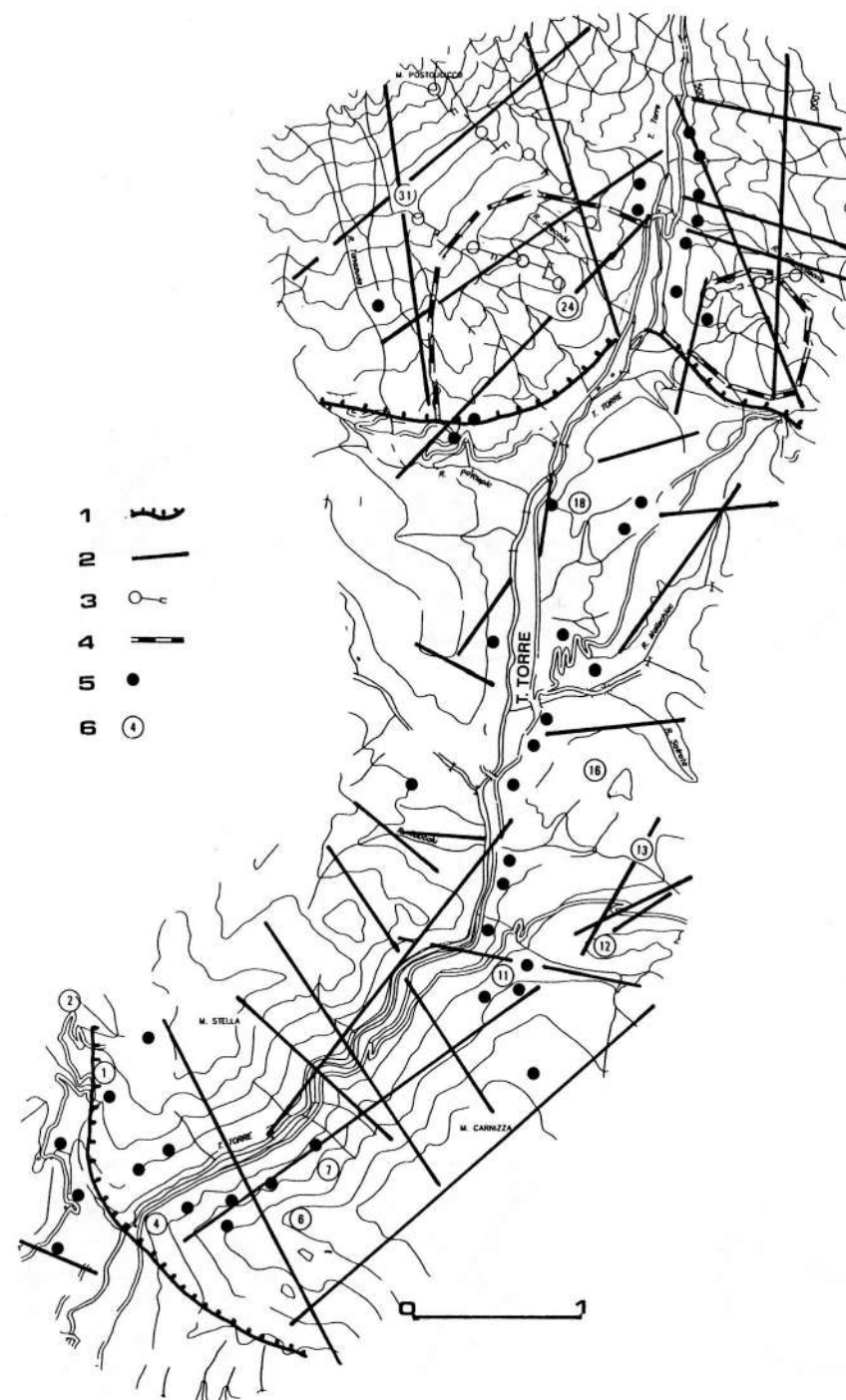


Fig. 1 - Carta strutturale e degli indizi di instabilità. 1=sovrascorrimenti; 2=faglie principali; 3=discontinuità piano-altimetriche; 4=limite dei collassi da D.G.P.V.; 5=principali zone di distacco di materiale; 6=stazioni per l'analisi strutturale di cui in fig. 2.
- Structural and landslide map. 1=Overthrust; 2=main faults; 3=horizontal and vertical ridge corners; 4=boundary of collapsed masses because D.G.S.D.; 5=main landslide areas; 6=structural analysis places illustrated in fig. 2.

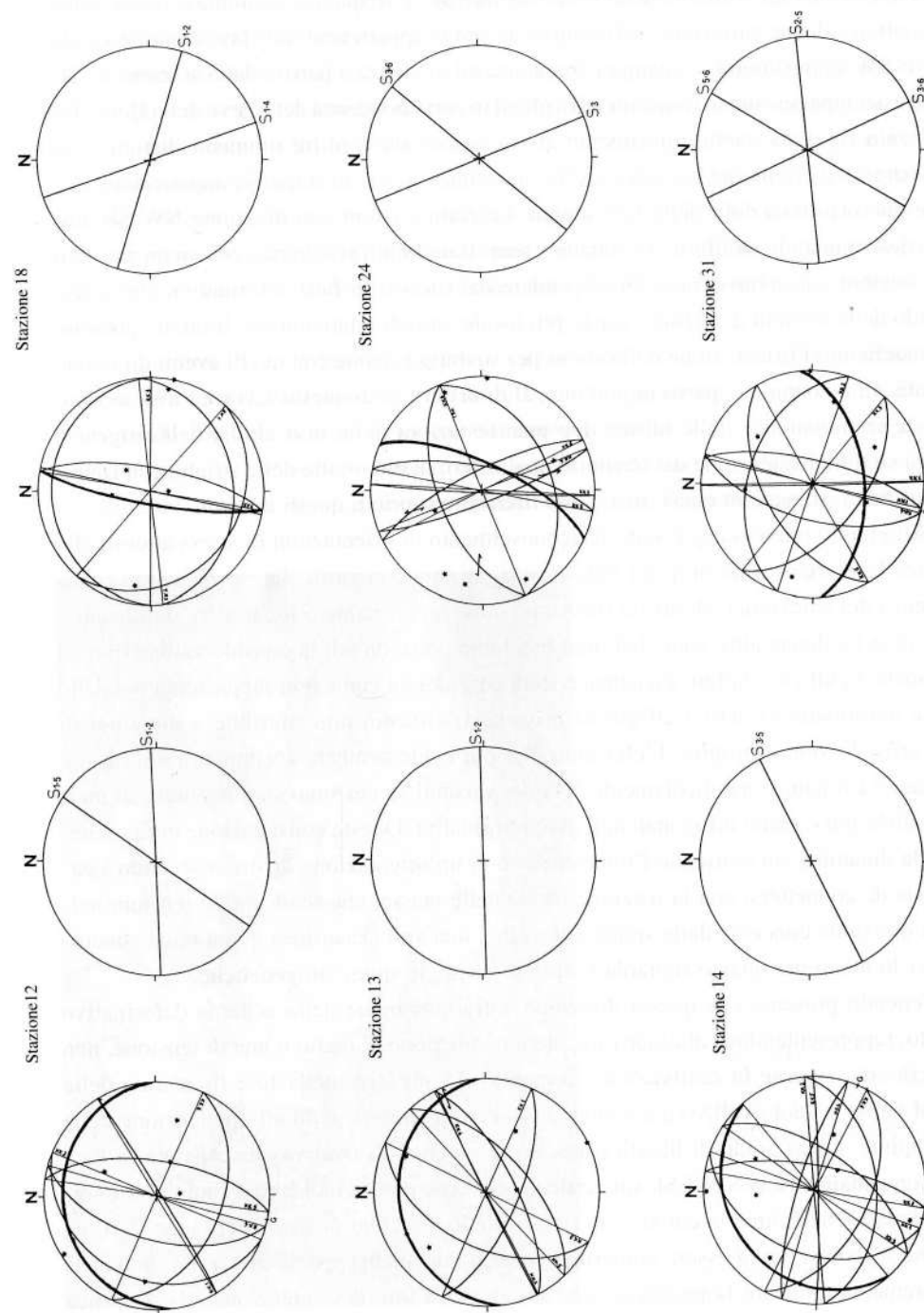
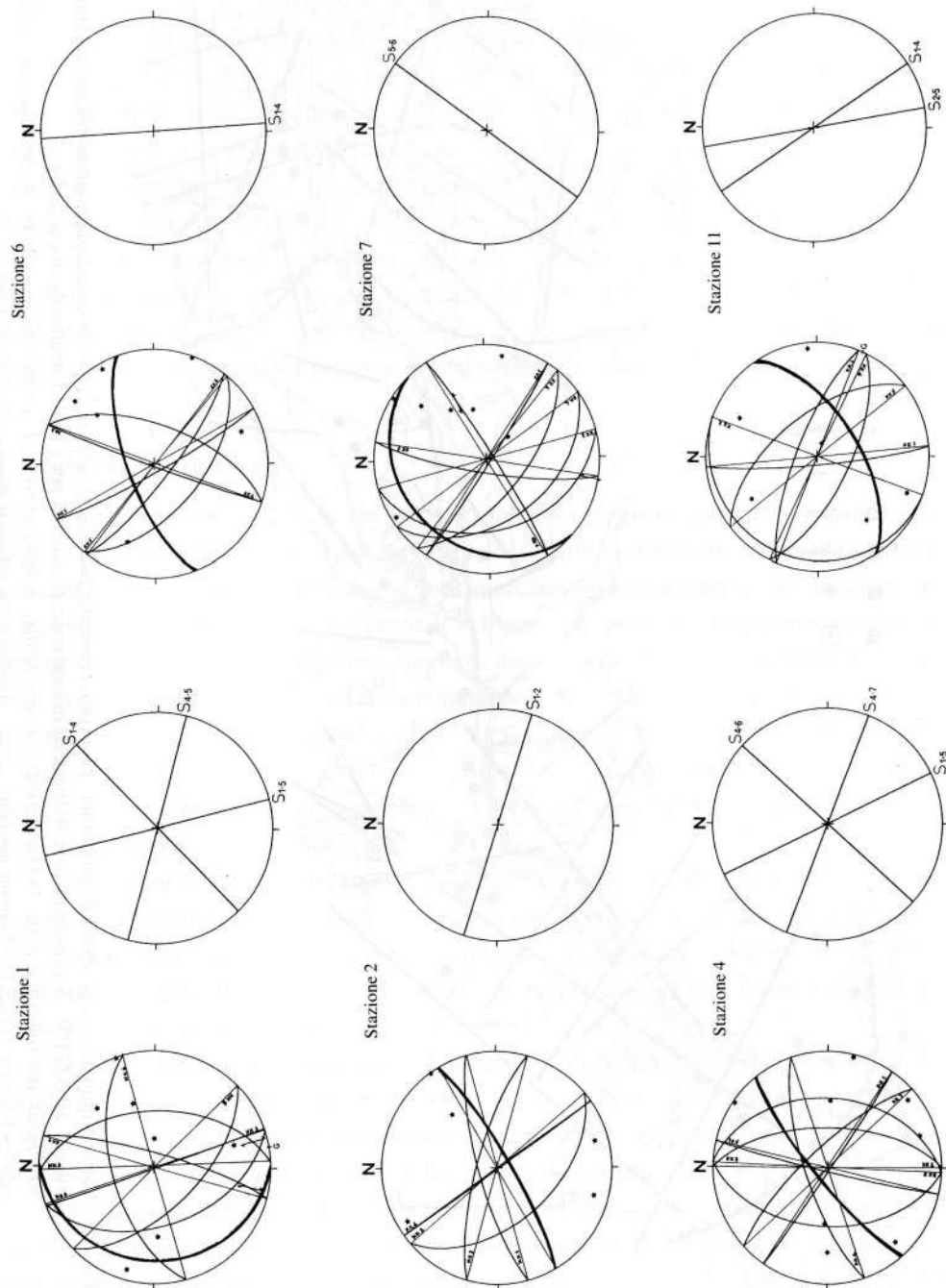


Fig. 2 - Diagrammi strutturali e diagrammi degli stress di alcune delle aree analizzate.
- Structural diagrams and stress diagrams of some analyzed areas (see fig. 1).

territorio considerato. Tuttavia nella loro distribuzione e frequenza, esaminate in dettaglio, si riscontrano alcune variazioni. Ad esempio, le spinte appartenenti alla fase dinarica, orientate NE-SW, compaiono con maggior frequenza ed evidenza a partire dalla stazione n° 20, mentre esse appaiono meno frequenti ed evidenti in corrispondenza del rilievo della Bernadia. Per quanto riguarda quelle tipicamente alpine, succedutesi in tre momenti distinti, esse sono state quasi ovunque chiaramente riconosciute, soprattutto quelle appartenenti alle ultime due manifestazioni della fase alpina. Le compressioni con direzione NW-SE, che hanno determinato le strutture "lessiniane", sono state infatti riscontrate con sicurezza solo in tre stazioni; ciò tuttavia potrebbe dipendere dai successivi fatti deformativi, che determinando delle torsioni a carattere per lo più locale, quindi relativamente limitate, possono aver mascherato l'orientazione dello stress per sovrapposizione con quelli aventi direzione limitrofa. Ci è comunque parso importante, al di là dei fini di questo lavoro, l'aver riconosciuto le testimonianze delle ultime due manifestazioni della fase alpina dell'orogenesi alpidica su tutta l'estensione del territorio analizzato; di più, molte delle striature su frattura calcitizzata, rilevate in quest'area, sono riferibili proprio a questi episodi.

Altrettanto interessante è stato il riconoscimento di orientazioni di stress attorno alla direttrice E-W, ricostruite in quasi tutte le stazioni, ma con particolare evidenza in corrispondenza del rilievo dei Monti La Bernadia, dove rappresentano il carattere dominante.

Come in alcune altre zone dell'arco prealpino prese da noi in considerazione fino ad oggi, anche in tal caso la loro esistenza è stata considerata come non rappresentativa dello schema deformativo relativo all'ultima orogenesi; almeno, non riferibile a direzioni di spinta crostale vere e proprie. L'elemento che più evidentemente accomuna i siti da noi analizzati è l'orientazione mediamente N-S dei versanti su cui sono stati misurati, in incisioni vallive più o meno ortogonali agli assi deformativi. Questa constatazione ci fa ritenere che la dinamica cui consegue l'impostazione di un'orientazione di stress secondo i paralleli sia da connettersi con la reazione locale delle masse, che scaricano le tensioni nell'unica direzione concessa dalle spinte tettoniche, una volta esauritesi e una volta conclusesi, per lo meno per quanto riguarda la fase di acme, le spinte orogenetiche.

Tenendo presente che questa direzione entra comunque nello schema deformativo suddetto, rappresentandone alternativamente una direzione di taglio o una di tensione, non è difficile ammetterne la riattivazione, o meglio il riutilizzo, nella fase di scarico delle tensioni verso il vuoto vallivo e comunque trasversalmente rispetto all'applicazione delle ultime spinte, unico grado di libertà concesso al sistema. Si osserva che esistono in loco faglie con andamento WNW-ESE subverticali, con strie che ne indicano il ruolo di trascorrenti, rilevabili nelle aree in cui si sono ricostruite le direzioni di stress del range E-W.

Quest'ipotesi dovrà essere confermata o meno da analisi specifiche; a noi, in questa sede, preme sottolineare la posizione spaziale di quest'ultima orientazione, che significa

movimento, o comunque sollecitazione, ortogonalmente ai versanti e quindi ai volumi rocciosi unitari svincolabili lungo questa direzione.

Come osservazione al margine di queste note, si vuole ancora accennare al ruolo che sembrano assumere gli elementi diretti secondo NE-SW rilevati sulla Bernadia, che per l'evoluzione di questa struttura forse sono più importanti di quanto non appaia. Partendo dallo schema proposto da VENTURINI & TUNIS (1988), che vede il rilievo come frutto di sovrascorrimento a SE ad opera di spinte neogeniche (N-S e NNW-SSE), limitato da transpressive destre dinariche, sembra di poter attribuire, in effetti, un ruolo importante agli svincoli orientati NE-SW, con complicazione ed ulteriore articolazione del modello evolutivo.

Importante infine è ritenuta l'esistenza di numerosi sistemi di taglio, evidenziati nei diagrammi ottenuti dalle misure strutturali, la cui causa appare essere la sollecitazione subverticale. Di esse si sono osservate numerose testimonianze nei diagrammi costruiti nell'area studiata e se ne sono tratti diversi significati: da un lato, per alcuni siti si ritiene possibile un grado di libertà più o meno contemporaneo alla deformazione: dall'altro, in



Fig. 3 - Faglia nei pressi di Coceano (M. La Bernadia), al contatto tra calcari e flysch; sullo specchio compaiono slickenside in calcite con pitch di 5°.

- Tectonic boundary between lime-stones and flysch near Coceano (La Bernadia Mt.); slickensides with 5° pitch appear on the fault plane.

altre situazioni si ritiene che esse siano da connettersi con le deformazioni gravitative profonde di versante, come si dirà più oltre.

Concludendo questa rapida sintesi sull'analisi mesostrutturale vogliamo puntualizzare il fatto che nell'area siano state riscontrate le evidenze di quasi tutte le fasi orogenetiche, più o meno conservate durante le variazioni delle direzioni di spinta e riattivate in parte negli ultimi momenti tardo-orogenetici e nella redistribuzione delle tensioni una volta esaurite le sollecitazioni. Questi caratteri sono ritenuti responsabili dell'impostazione del quadro di concause che presiedono all'evoluzione dei versanti rocciosi in età attuale ed elementi fondamentali del modello che ne definisce le modalità di evoluzione, assieme ai fenomeni di tettonica recente; meglio, di riattivazione tettonica recente, poiché ovunque si è riscontrato il riutilizzo dei piani di discontinuità preesistenti.

3. Indizi di tettonica recente

CARULLI et al. (1980) sottolineano che nell'ultimo intervallo in cui è suddiviso l'arco di tempo che si vuole coinvolto dalla tettonica recente si realizza un sollevamento della



Fig 4 - La faglia riattivata "M. Stella-Forcjà di Reclùs" (a sinistra) e l'imponente faglia di nuova segnalazione ($335^{\circ}/40^{\circ}$), sul versante orientale del M. Stella. Visto dal M. La Bernadia.
- The recently reactivated "M. Stella-Forcjà di Reclùs" fault (left) and the big $335^{\circ}/40^{\circ}$ new fault eastside of Stella Mt; view from La Bernadia Mt.

zona in cui è compresa l'area qui illustrata, per riattivazione di lineamenti soprattutto ad andamento "alpino", con conseguente recupero dell'energia di rilievo. Tutto ciò ha favorito l'accelerazione dell'evoluzione dei versanti, confermata dall'innescarsi di fenomeni franosi, particolarmente evidenti durante gli eventi sismici, in corrispondenza o in prossimità dei lineamenti più attivi e/o sismogenetici. Esempio ne è il comportamento del territorio collinare lungo la faglia "M. Stella-Forcjà di Reclùs", costellato da crolli generati dal sisma del 1976. Dall'analisi aerofotogrammetrica e dal rilevamento geologico si è rilevata l'esistenza di piani paralleli a tale linea orientata NW-SE, la cui evidenza confermerebbe una serie di riattivazioni secondo i piani con questa direzione.

Altrettanto interessante la serie di dislocazioni a prevalente componente verticale rilevate nella grotta "La Mate", posta in sinistra Torre con apertura a q. 410. In essa, numerose concrezioni di altezza massima di circa 1 m appaiono fratturate e dislocate per movimento differenziale del tetto e del letto della cavità: i vetrini applicati nel 1978 (MARSIGLIO, 1979) appaiono rotti e dislocati rivelando il moto differenziale suddetto di 3,4 mm, verificatosi lungo il giunto di strato, che ha giacitura $330^{\circ}/40^{\circ}$. La direzione del movimento ha un azimut di 260° . Sul versante opposto è stata rilevata una faglia con giacitura $335^{\circ}/40^{\circ}$,



Fig. 5 - Versante sinistro del Torre, q. 410: accesso alla grotta "La Mate" (in alto al centro della foto) e importante discontinuità che taglia il versante stesso (al centro, sulla sinistra).
- Entry of "La Mate" cave, on left side of Torre Valley (center top, q. 410 m); on the left, one of the main faults in the area.

che coincide quindi con quella della stratificazione sopra citata e verso delle striature che rivelano il movimento secondo WSW. Poiché i due siti sono separati dalla linea sopra nominata, ci sembra lecita la connessione tra la sua attività e i movimenti lungo strato ivi rilevati. Anche in questo caso appare sottolineato il fatto che lo scarico delle tensioni residue si realizzi trasversalmente rispetto all'asse vallivo, in funzione del grado di libertà offerto dai giunti di strato.

A questo punto l'orientazione o meglio ancora l'esistenza del solco vallivo risulta importante nell'ambito della dinamica strutturale e morfogenetica attuale. Nell'ultimo intervallo dell'attività tettonica recente il territorio che lo accoglie sembra certamente innalzato, confermando le ipotesi di CARULLI et al. (1980), alla luce delle evidenze morfologiche e sedimentologiche. Il terrazzo di Borgo Erba, in conglomerato alluvionale chiaramente disturbato, posto in sinistra ad un'altezza di m 30 rispetto all'alveo attuale, ne è un esempio tra i molti analoghi. Tra le altre caratteristiche significative, esso appare coinvolto da un basculamento a SE, che si collega alla deviazione, nello stesso verso, del Torre presso Loneriaco segnalata da BRAMBATI et al. (1980) ed attribuita al sollevamento differenziale.

Anche la zona carbonatica, che costituisce la parte settentrionale dell'area studiata, appare coinvolta da questa attività. In particolare la fascia di cataclasi che si accompagna al sovrascorrimento periadriatico posto al margine meridionale dell'allineamento Cjampón-Gran Monte, con le evidenti tracce di ringiovanimento morfostrutturale, ne è testimonianza esaltata dagli eventi sismici del 1976. L'analisi aerofotogrammetrica ha permesso inoltre di individuare a monte del sovrascorrimento discontinuità plano-altimetriche e scarpate isolate su entrambi i versanti: l'analisi strutturale ne consente il collegamento con i piani di faglia orientati N-S suggerendone l'attività recente imposta dalle spinte neogeniche secondo le direttrici N-S e NNW-SSE nonché il condizionamento dell'impostazione e dell'evoluzione forzata del collettore torrentizio. Il tutto accompagnato da un paragenetico insieme di fenomeni di rilascio di volumi rocciosi, che denunciano il disturbo insistente delle masse rocciose estrapolabile dalla superficie dei versanti verso l'interno dei rilievi.

4. Deformazioni gravitative profonde di versante

Anche questo tipo di dinamica dei versanti è indice di intensa sollecitazione, non esattamente inseribile nella dinamica crostale, ma da considerarsi una diretta conseguenza della stessa e quindi può in qualche modo essere collegato a quanto detto nel paragrafo precedente.

Durante lo studio aerofotogrammetrico svolto per la ricerca degli indizi di tettonica recente sono state rilevate morfologie bene corrispondenti alla caratterizzazione teorica delle D.G.P.V. (AA. VV., 1985) in due aree della zona studiata, per un totale di circa 2 kmq.

La prima di esse (1,5 kmq circa) è posta alle spalle dell'abitato di Pradielis, coinvolgendo il versante, mediamente inclinato di 32° , tra le quote 900 e 400. Sul pendio compaiono due scarpate allineate e parallele alle isoipse (q. 875) e numerosi trench a quote diverse. Partendo da q. 1020 fino a q. 500 si rilevano inoltre evidenti discontinuità plano-altimetriche sui crinali orientati NW-SE; si rileva infine una sensibile convessità del pendio, soprattutto verso le sue quote inferiori. La situazione trova giustificazione solo parziale nelle caratteristiche geosturali del sito, facendo propendere per una forma di D.G.P.V., sostenuta dal risultato dell'analisi strutturale, che evidenzia l'esistenza di sollecitazioni ad asse verticale e diverse serie di discontinuità a franapoggio, molte delle quali beanti.

I piani di faglia orientati NE-SW associati al sovrascorrimento, che ha comportamento di faglia inversa, assumono il significato di faglie secondarie normali dirette, evidenziate dai collassi delle masse al tetto. Esse suddividono tali masse in prismi ribassati a SE, per un collasso agevolato dal comportamento distensivo del sistema e dalla presenza a valle di una zona di debolezza meccanica (disturbo della periadriatica). La dinamica della defor-

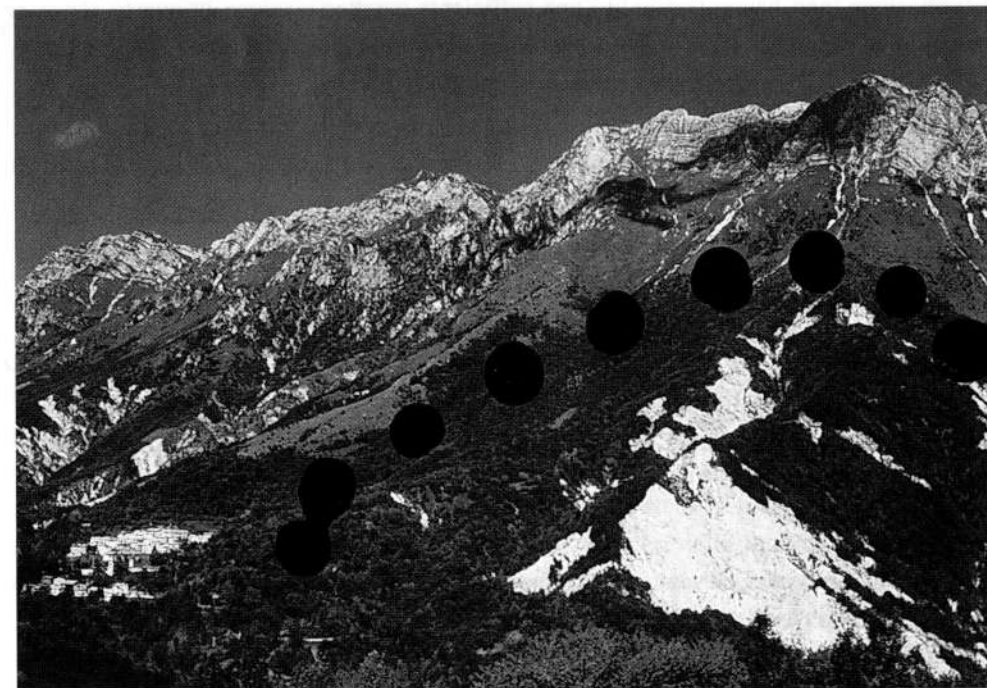


Fig. 6 - La porzione del versante meridionale del M. Postoucicco (altrove Postoncicco), coinvolta da D.G.P.V. (la linea punteggiata indica il limite della parte esterna già in collasso).
- Southern side of Postoucicco Mt. with the collapsing units in the D.S.G.D. (spotted line points out the boundary of these units).

mazione assume caratteri intermedi tra il sackung e il lateral spread (AA.VV., 1985), quindi fra una deformazione di tipo plastico della massa intensamente fratturata e uno spandimento laterale dei blocchi più rigidi sovrastanti, lungo discontinuità strutturali preesistenti.

La seconda area è posta in sinistra Torre, sul versante occidentale del M. Tanarobo, solcato da un tributario del Torre stesso. Le linee spartiacque che delimitano questo canale dall'andamento molto irregolare presentano discontinuità plano-altimetriche, che testimoniano movimenti sia orizzontali che, soprattutto, verticali. In corrispondenza di quelle più evidenti sono state localizzate, sia in foto aerea sia sul posto, linee tettoniche orientate NNW-SSE. Molti sono gli elementi in comune con il sito descritto in precedenza. Infatti il versante appare a sua volta suddiviso in prismi sconnessi e ribassati (in questo caso a SW), con i piani tettonici orientati NNW-SSE e N-S che rappresentano il grado di libertà necessario al movimento. La pendenza media di 40° di questa parte di versante rientra nei limiti previsti per l'innescio di una D.G.P.V.

Altre aree sia in flysch che in roccia carbonatica, a prima vista interessate da analoga deformazione, non hanno consentito una sufficiente caratterizzazione in questo senso e pertanto non sono state inserite in questo elenco di strutture potenzialmente importanti per la definizione della pericolosità geologica di questo territorio.

5. Pericolo geologico

La zonazione della media valle del Torre dal punto di vista della pericolosità potenziale da frana è stata tentata tenendo presente quanto già noto sulla zona dal punto di vista geomorfologico e idrogeologico (IACUZZI & VAIA, 1975; 1981 a e b) e sulla falsariga del metodo di ANBALAGAN (1992), modificato in funzione delle caratteristiche dei luoghi e quindi della possibilità di reperire o meno determinati dati e soprattutto in funzione del possesso di dati molto importanti per questo fine, come quelli dell'analisi mesostrutturale e geomeccanica, non considerati nel metodo suddetto. In sintesi diamo un commento degli elementi più significativi.

Piovosità

L'area è nota per l'elevata quantità di precipitazioni annue, che si distribuisce sull'arco dell'anno con picchi significativi in aprile, giugno, settembre e novembre e con il massimo dei giorni piovosi in giugno, cui seguono due picchi secondari in aprile e quindi in ottobre.

Di tale situazione è diretta conseguenza la discreta frequenza di periodi di portata sostenuta del sistema drenante; per quanto detto sopra, ciò costituisce un importante supporto all'evoluzione dei versanti.

Permeabilità

I terreni sciolti permeabili coprono il 13% circa dell'area totale; le masse carbonatiche permeabili per fessurazione compaiono per il 24.5%; quelle decisamente carsificate sono distribuite sul 34.5% circa dell'area; la successione flyschoidale e il colluvium pelitico coprono il 28%. Ciò significa che circa il 72% è in grado di assumere acqua e di smaltirla per via sotterranea con percorso più o meno lungo e che il restante 28% è da considerarsi impermeabile, con scorrimento idrico quasi completamente superficiale.

Vegetazione

La copertura erbosa è uniformemente distribuita, tranne che sulle pareti rocciose non molto frequenti. L'associazione arbustiva si accompagna praticamente sempre all'alto fusto: dove dominano le essenze a media levatura essa scompare e si riduce anche la copertura erbosa.

Proprio sulla parte poco o nulla permeabile (flysch) si sviluppa l'associazione più articolata e densa. In ogni caso permeabilità e funzione della vegetazione sono direttamente connesse con l'intensità e la durata delle precipitazioni, che abbiamo già definito abbondanti, frequenti e spesso intense. L'effetto dell'evapotraspirazione è moderato (circa il 18% dell'alimentazione). I tempi di corruzione non molto elevati consentono, con queste premesse e a meno di situazioni particolari esattamente collocate nello spazio e nel tempo (IACUZZI & VAIA, 1975), portate sostenute: in condizioni di saturazione, piogge intense di circa 300 mm/g hanno determinato una portata di 300 mc/sec alla sezione di chiusura a Crosio.

Classi litotecniche

Diversi coefficienti, in funzione della valutazione finale, sono stati attribuiti anche alle diverse formazioni litologiche, in funzione del loro apparire e del loro reale stato. Qui se ne definisce il comportamento mediante aggettivo, elencandole in senso decrescente del coefficiente e quindi della "bontà".

Soddisfacente, dal punto di vista del contributo alla stabilità e al contenimento della pericolosità, è stato stimato il comportamento dei "Calcari della Bernadia", pur avendo considerato le circoscritte aree in cui le condizioni meccaniche decadono.

Accettabile, tenuto conto del loro stato, è il comportamento di formazioni diverse quali la "Dolomia Principale", molto fratturata nella zona, e il "Flysch".

Scarso quello delle masse conglomeratiche sia cenozoiche che quaternarie, con diverso grado di cementazione e variamente disturbate anche da tettonica recente, così come quello dei depositi lacustri di Case Potcladie, delle alluvioni recenti e dei depositi di versante (frana e detrito) stabilizzati.

Pessimo il comportamento dei depositi sciolti quali la cataclasite, i coni e le falde di detrito attivi e le alluvioni attuali.

I coefficienti variano da 10 a 2.5.

Acclività

Le aree meno inclinate di 10° coprono appena il 5% circa della zona, sono in corrispondenza dei fondivalle ed hanno il valore più elevato del coefficiente che ne definisce il contributo alla stabilità. Le fasce tra i 10° e i 20° di pendenza occupano il 10% circa dell'intera area presa in considerazione; il 20% occupano quelle tra 20° e 30° ; sul 22.5% si estendono quelle tra 30° e 40° e infine caratterizzano il 42.5% di questo territorio le pendenze superiori ai 40° . I coefficienti relativi variano da 10 a 2.

Fattori di sicurezza

Utilizzando le stazioni di misura distribuite nell'area per l'analisi strutturale, sono stati valutati, nei vari casi e per le diverse formazioni litoidi, i coefficienti di sicurezza dei volumi unitari isolati dalle discontinuità. Anche in questo caso ne è stata fatta una scala di valori decrescenti (ricordando che quelli più elevati significano migliori condizioni), distribuiti in quattro classi con coefficienti che passano da 10 a 7.5 a 5 e a 2.5.

La prima comprende i casi di F.S. superiore a 2, riscontrati complessivamente sul 22% dell'area totale. La seconda classe si riferisce ad un intervallo di F.S. tra 1.5 e 2, valori che interessano il 26% dell'area. La terza riguarda il 32% circa del territorio studiato, in cui F.S. varia tra 1.5 e 1 e l'ultima raccoglie le aree con F.S. < 1, non avendo scopo, per i fini del lavoro, procedere ad ulteriori distinzioni nel campo dei valori inferiori all'unità.

6. Considerazioni sulla pericolosità

In base alla sovrapposizione cartografica delle diverse aree di distribuzione dei singoli coefficienti attribuiti a ciascuno dei fattori considerati, in un range compreso tra un massimo di 30 e un minimo di 7 delle singole sommatorie ottenute, si è zonata l'area studiata assumendo quattro intervalli di pericolosità, definiti dal diverso concorrere dei fattori sopra illustrati, così come appare dalla carta di fig. 2.

Fermo restando il fatto che, anche nella migliore delle situazioni, le caratteristiche evolutive discusse nei capitoli precedenti escludono la totale immobilità delle masse e quindi la totale sicurezza, lo studio ha posto in luce l'esistenza di estese aree in cui il grado di pericolosità varia da medio ad alto: più del 50% del tratto di valle studiato è in queste condizioni, mentre la restante parte è più o meno equamente suddivisa tra il grado altissimo e quello basso.

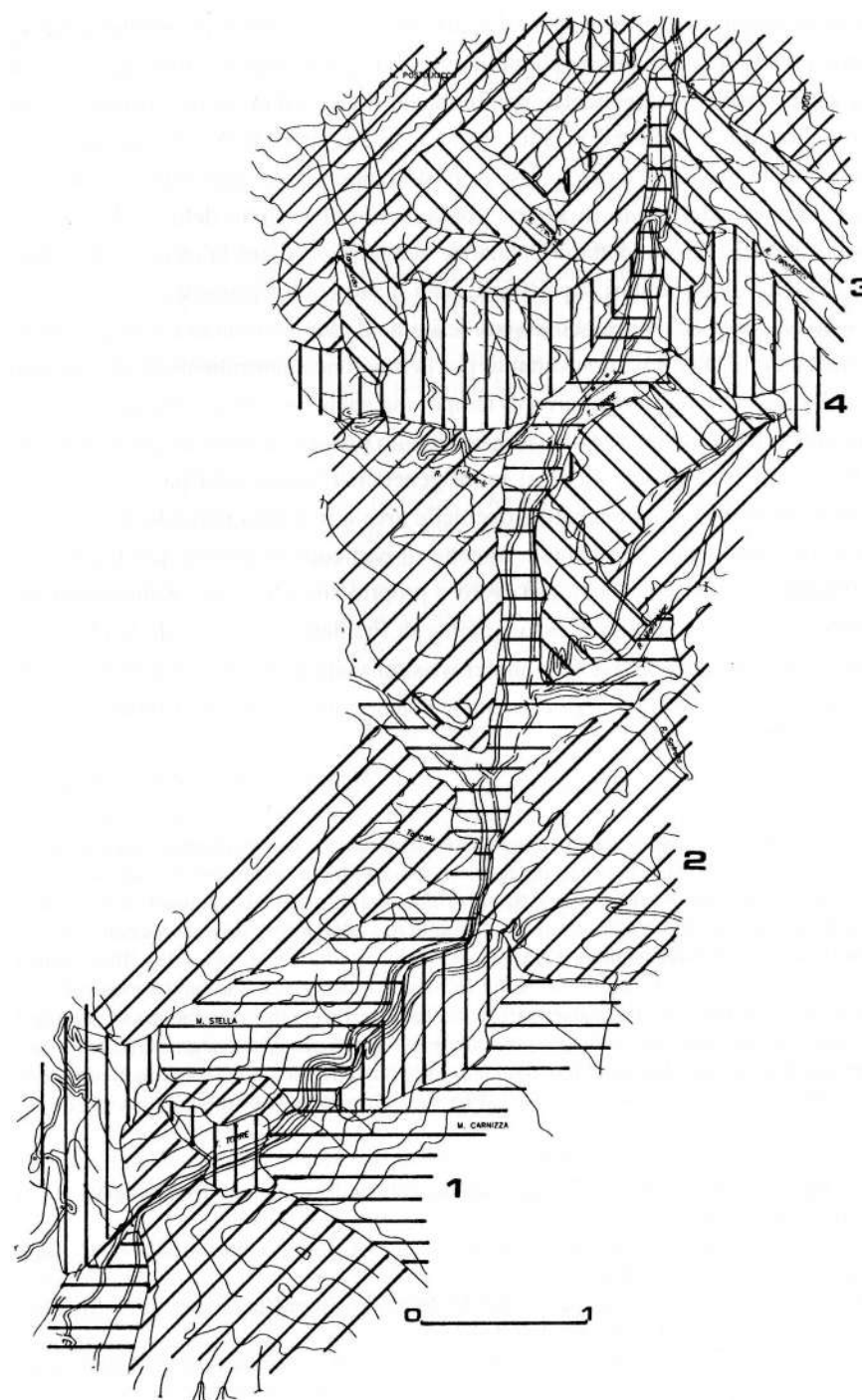


Fig. 7 - Carta della pericolosità. 1=grado basso; 2=grado medio; 3=grado alto; 4=grado altissimo.
- Dangeroussness map: 1=low d. degree; 2=middle degree; 3=high degree; 4=very high degree.

L'analisi strutturale alle diverse scale del sistema generato dallo schema deformativo è stata la fonte principale delle informazioni atte a chiarire non solo le cause, ma anche le conseguenze del modello morfogenetico: determinante è stata infatti la ricostruzione degli assi delle sollecitazioni passate ed in atto; tra esse la direzione E-W, che appare come diffusa reazione delle masse rocciose in fase di post-compressione, una volta definiti vincoli, cerniere e carrelli del grado di libertà conseguente al termine delle sollecitazioni alpidiche vere e proprie. La suddetta orientazione suggerisce inoltre la ovvia media direzione di rilascio dei volumi unitari superficiali, man mano che ne procede l'isolamento.

In tal senso la valle del Torre può essere definita ad alta dinamicità evolutiva, come conferma l'analisi delle D.G.P.V.: non soltanto per la funzione determinante degli elementi strutturali e della loro attività in ogni arco di tempo, ma anche per gli eccezionali caratteri del clima, tra i quali la piovosità assume comportamento pressoché tropicale, contribuendo all'accelerazione dell'insieme dei processi morfogenetici. L'aspetto del paesaggio lungo la fascia della periadriatica e la concentrazione delle aree a massima pericolosità lungo la stessa sottolinea quanto detto. Nei dettagli, oggetto di particolare interesse per le precarie condizioni e quindi per il rischio geologico vero e proprio sono la strada Zomeais-Stella, specie nel tratto finale; il tratto di S.S. 646 a monte di Pradielis; la comunale S. Osvaldo-Villanova sulle cui scarpate si affacciano numerosissimi volumi rocciosi unitari le cui superfici sono discontinuità con indice di estensione ormai coincidente con l'unità.

Manoscritto pervenuto il 20.V.1998.

SUMMARY - The middle Torre valley was analyzed under tectonic and morphogenetic point of view; it has been found the strong relation between the tectonic fabrics and the evolutive system, which are conditioned by the residual and recent stresses. Some of them seem to be directed nearly E-W, which is not a stress direction in the alpidic deformative scheme. It has to be a very interesting consequence of the structural reaction after the compressive phases of the alpidic acme, being the Torre valley overimposed along a N-S line and, moreover, being its slopes looking eastward and westward. The rainamount, slope steep, stability degree and mesostructural analysis were the main factors we assumed to define the danger degree under the geologic point of view. High and middle degree are distributed on a half of the whole area; very high and low degree occupy the other half area, circa with the same percentual distribution. The main roads are invested by the consequences of this kind of situation.

Bibliografia

- AA. VV., 1977 - Studio geologico dell'area maggiormente colpita dal terremoto friulano del 1976 (a cura di B. Martinis). *Riv. It. Paleont. e Strat.*, 83 (2): 199-393, Milano.
- AA. VV., 1985 - Deformazioni gravitative profonde di versante. Aspetti geomorfologici. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, XX, II: 367-390, Bari.
- AA. VV., 1996 - Il fenomeno carsico del massiccio dei Monti La Bernadia (a cura di G. Muscio). *Mem. Ist. Ital. Speleol.*, s.II, VIII, pp. 142, Udine.
- ANBALAGAN R., 1992 - Terrain evaluation and zonation mapping in mountain terrain. *Engineering Geology*, 32: 269-277.

- BADGLEY P.C., 1959 - Structural methods for exploration geologist. *Harper & Brothers publ.*, 240, N.Y.
- BRAMBATI A. et al., 1980 - Studio di microzonizzazione sismica dell'area di Tarcento (Friuli). *Regione Autonoma Friuli-V.G. - Università degli Studi di Trieste*, 131, Trieste.
- CARTON A. et al., 1978 - Segnalazione di una dislocazione neotettonica nel Friuli tra M. Stella (Tarcento) e M. Forchià di Reclus (Attimis). *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 19: 563-571, Roma.
- CARULLI G.B. et al., 1980 - Evoluzione plio-quadernaria del Friuli e della Venezia Giulia. *Contrib. Prelim. Carta Neotett. Ital.*, pubbl. 356 P.F. Geodinamica, 498-545, Trieste.
- CASALE A. & VAIA F., 1972 - Relazioni fra schema deformativo e cavità carsiche nell'abisso "Michele Gortani" (M. Canin-Alpi Giulie). *Atti e Mem. Comm. Grotte "Eugenio Boegan"*, I: 67-92, Trieste.
- CASTELLARIN A. & VAI G.B., 1982 - Introduzione alla geologia strutturale del Sudalpino. In: Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale. *Guide Geol. Reg. d. Soc. Geol. It.*, 22, Tecnoprint, Bologna.
- CHIANDUSSI A. & VAIA F., 1987 - Indizi di deformazioni gravitative profonde di versante nel Canal del Ferro (Val Fella-Friuli). *Gortania-Atti e Mem. Mus. Friul. St. Nat.*, 19: 21-41, Udine.
- CICOGLA A., 1995 - Mappe di pioggia nel Friuli Venezia Giulia. *Centro Servizi Agricoli-ERSA*, 10, Cervignano.
- COUSIN M., 1981 - Les rapports Alpes-Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yugoslavie. *Soc. Geol. du Nord*, 5, 2 voll., pp. 521, Villeneuve d'Asq.
- DE YONG KEES A., 1972 - Gravity and Tectonics. *John Wiley & Sons inc.*, N.Y.
- DRAMIS F., 1984 - Aspetti geomorfologici e fattori genetici delle deformazioni gravitative profonde. *Boll. Soc. Geol. It.*, 103: 681-684, Roma.
- FERUGLIO E., 1925 - Le Prealpi fra l'Isonzo e l'Arzino. *Boll. Ass. Agr. Friul.*, 7: 301, Udine.
- IACUZZI R. & VAIA F., 1975 - Aspetti idrogeologici del bacino montano del T. Torre (Friuli). *Atti e Mem. Comm. Grotte "Eugenio Boegan"*, XV: 73-107, Trieste.
- IACUZZI R. & VAIA F., 1981 a - Carte tematiche del territorio della Comunità Montana delle Valli del Torre. *AGRAF*, Udine.
- IACUZZI R. & VAIA F., 1981 b - Clima e idrogeologia nei bacini prealpini tra Magnano in Riviera e Faedis (Friuli). *Gortania-Atti Mus. Friul. St. Nat.*, 2: 5-48, Udine.
- IACUZZI R. & VAIA F., 1997 - Casi di deformazione gravitativa profonda di versante nelle Prealpi Giulie (Italia nord-orientale). *Gortania-Atti e Mem. Mus. Friul. St. Nat.*, 19: 5-20, Udine.
- MARSIGLIO G., 1979 - Elaborazione dei dati raccolti sui movimenti stradal causati dai sismi nelle cavità Fr. 74. *Atti IV Conv. Reg. Spel. FVG*, Pordenone.
- MORTARA G. & SORZANA P.F., 1987 - Fenomeni di deformazione gravitativa profonda nell'arco alpino occidentale. Considerazioni litostrutturali e morfologiche. *Boll. Soc. Geol. It.*, 106: 303-314, Roma.
- POLI E., 1995 - Evidenze di tettonica a thrust dinarica nelle Prealpi Giulie meridionali (Italia nord-orientale)-nota preliminare. *Atti Tic. Sc. Terra*, 3: 99-114, Pavia.
- POLI E. & ZANFERRARI A., 1995 - Dinaric Thrust Tectonics in the Southern Italian Prealps (Eastern Southern Alps, NE Italy). *1st Croat. Geol. Congr. Zborn. Rad. Proc.*, 2: 465-468, Zagreb.
- VENTURINI S. & TUNIS G., 1988 - Nuovi dati ed interpretazioni sulla tettonica del settore meridionale delle Prealpi Giulie della regione al confine tra Italia e Jugoslavia. *Gortania-Atti Mus. Friul. St. Nat.*, 10: 5-34, Udine.
- ZANFERRARI A. et al., 1982 - Evoluzione neotettonica dell'Italia nord-orientale. *Mem. Sc. Geol.*, 35: 355-376, Padova.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:

- Prof. Franco VAIA
Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine
Università degli Studi di Trieste
Via E. Weiss 2, I-34127 TRIESTE
- Dott. Massimo VALENT
Via Giavotto 1, I-33017 TARENTINO UD