

GORTANIA - Atti Museo Friul. Storia Nat.	10('88)	5-34	Udine, 31.VII.1989	ISSN: 0391-5859
--	---------	------	--------------------	-----------------

S. VENTURINI, G. TUNIS

NUOVI DATI ED INTERPRETAZIONI SULLA TETTONICA
DEL SETTORE MERIDIONALE DELLE PREALPI GIULIE
E DELLA REGIONE AL CONFINE TRA ITALIA E IUGOSLAVIA*

*NEW DATA AND INTERPRETATIONS ON THE TECTONICS
OF THE SOUTHERN SECTOR OF THE JULIAN PREALPS
AND THE BOUNDARY REGION BETWEEN ITALY AND YUGOSLAVIA*

Riassunto breve — Viene proposto uno schema geologico riguardante le Prealpi Giulie meridionali che viene successivamente inquadrato nel contesto tettonico di una regione molto più ampia, comprendente grossomodo il settore orientale del Friuli-Venezia Giulia e quello occidentale della Slovenia (Iugoslavia). Il Friuli orientale e la Slovenia occidentale sono caratterizzati da un sistema transpressivo ad andamento dinarico e da sovrascorrimenti variamente orientati. Questi sovrascorrimenti sono in gran parte connessi ai movimenti avvenuti durante il Neogene lungo le trascorrenti-transpressive, in un regime di spinte orientate N-S o NNW-SSE. Di conseguenza viene messa in dubbio l'esistenza di importanti sovrascorrimenti (o falde) a vergenza dinarica, di età paleogenica. Le linee ad orientamento dinarico sono state ereditate dal Giurassico-Cretacico (fase transtensiva) e dal Maastrichtiano - Paleocene - Eocene (fase transpressiva con formazioni di bacini flyschoidi di tipo pull-apart).

Parole chiave: Tettonica, Prealpi Giulie meridionali, Slovenia occidentale (Iugoslavia).

Abstract — *A geological sketch is proposed concerning the Southern Julian Prealps which is subsequently integrated within the tectonics of a much wider region, which roughly includes the eastern sector of Friuli-Venezia Giulia and the western part of Slovenia (Yugoslavia). Eastern Friuli and Western Slovenia are characterized by a transpressive system with dinaric trend and by overthrusts orientated in various directions. These overthrusts are in the main connected to movements which took place during the Neogene along transpressive-transcurrent faults, in a regime of N-S or NNW-SSE orientated stresses. Thus the existence of important overthrusts (or nappes) with dinaric trend of Paleogenic age, is doubtful. Faults showing dinaric trend dates back to the Jurassic-Cretaceous (transtensive phase) and to the Maastrichtian-Paleocene-Eocene (transpressive phase with the growing up of flyschoid basins of pull-apart type).*

Key words: *Tectonics, Southern Julian Prealps, Western Slovenia (Yugoslavia).*

* Lavoro eseguito con il contributo M.P.I. 40% "Flysch" (resp. G. Catani).

Premessa

Dopo la pubblicazione di alcuni lavori concernenti essenzialmente la stratigrafia, la sedimentologia e la paleogeografia delle Prealpi Giulie meridionali (PIRINI et al., 1986; TUNIS & VENTURINI, 1984, 1986; SARTORIO et al., 1987; TUNIS & VENTURINI, in stampa), con questa nota si intende presentare i dati raccolti e le idee maturate riguardo la tettonica di quest'area. Gli schemi e le interpretazioni qui contenuti non vogliono né possono costituire le soluzioni, più o meno accettabili, ai numerosi problemi tettonici dell'area. Essi rappresentano bensì un'ipotesi di lavoro che può aprire ampi spazi alla ricerca, non solo in prospettiva strutturale ma anche stratigrafico-paleogeografica.

Introduzione

Il settore meridionale delle Prealpi Giulie è stato in passato oggetto di studio da parte di numerosi autori. Di questi sono stati presi in considerazione soltanto i lavori più recenti e significativi per le informazioni di carattere strutturale in essi contenute. FERUGLIO (1925a) con la pubblicazione di "Le Prealpi tra l'Isonzo e l'Arzino" offre il più importante lavoro di sintesi dell'area in esame. FERUGLIO (1925b) e FABIANI e collaboratori (1934) eseguirono dettagliati rilevamenti che contribuirono rispettivamente alla pubblicazione del Foglio Udine e del Foglio Tolmino. In questi fogli le informazioni tettoniche sono del tutto carenti; anche la stratigrafia può ovviamente considerarsi superata. FERUGLIO (1954) approntò un'accurata carta geologica dell'area settentrionale dei monti della Bernadia (Tarcento), corredata da alcune sezioni geologiche. MARTINIS (1966) presentò il primo significativo lavoro tettonico: in esso viene proposta un'ipotesi sulla struttura della Bernadia. AUTORI VARI (1977) produssero una carta geologica dell'area maggiormente colpita dal terremoto del Friuli alla scala 1:50.000; questa è limitata alla zona occidentale delle Prealpi Giulie ed inoltre la tettonica dei terreni flyschoidi è piuttosto lacunosa. BARNABA (1978) si occupò delle basse colline pedemontane di Buia (nord di Udine). CARTON et al. (1978) misero in evidenza l'esistenza di una importante dislocazione neotettonica, a meridione della Bernadia, tra il M. Stella (Tarcento) ed Attimis. IACUZZI et al. (1979) portarono alcuni interessanti elementi di conoscenza stratigrafico-tettonica del gruppo M. Faet-Campeon che occupa il settore più occi-

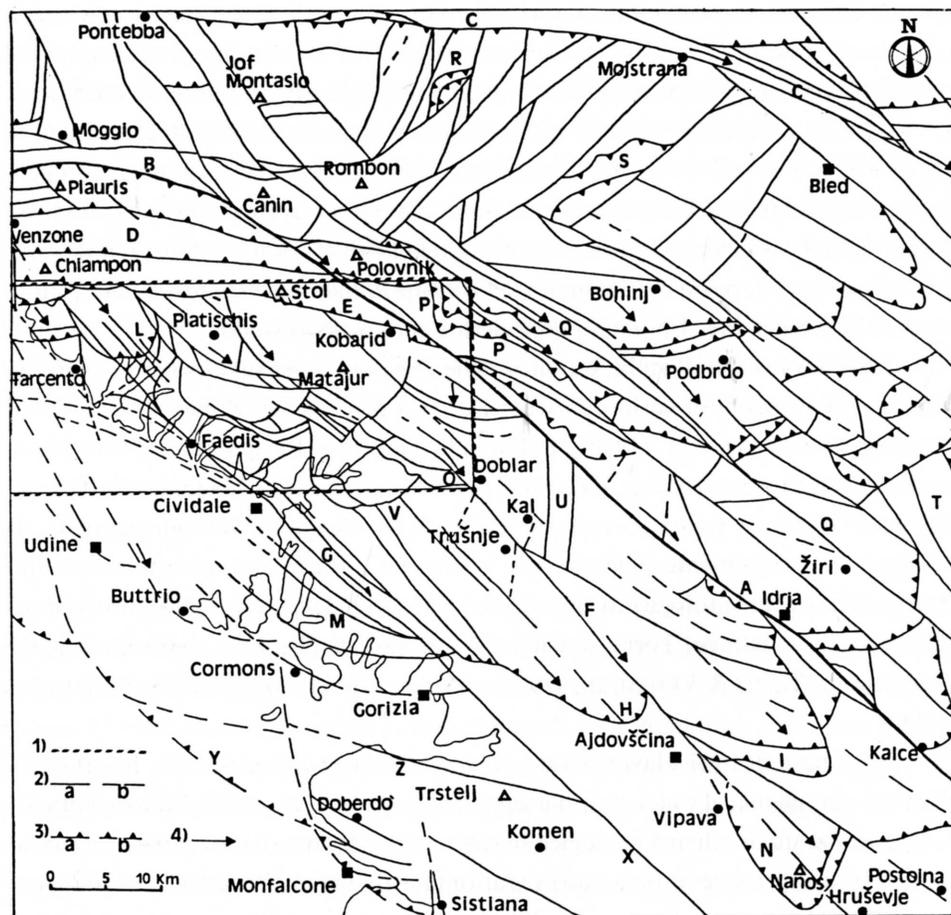
dentale dell'area in esame indicando anche la presenza di alcuni nuclei mesozoici; non siamo d'accordo con l'attribuzione stratigrafica offerta da questi autori dal momento che, in base ai nostri dati, gli stessi risultano essere brecce eoceniche. IACUZZI & VAIA (1981) presentarono una carta tettonica alla scala 1:25.000 dell'area occidentale delle Prealpi Giulie meridionali; questo lavoro è di carattere fotogeologico ma presenta comunque motivi di indubbio interesse. PAVŠIČ (1985) condusse un'accurata analisi biostratigrafica sui terreni flyschoidi affioranti nell'area di Breginj-Lonc (Iugoslavia), posta in prossimità del confine italiano: questa breve nota contiene cenni tettonici che si possono considerare molto interessanti.

Altre informazioni sulla tettonica delle Prealpi Giulie si possono ricavare da recenti pubblicazioni di vario indirizzo: IACUZZI & VAIA (1978) per il territorio di Artegna; BRAMBATI et al. (1980) per l'area di Tarcento; BROILI et al. (1980) per la zona di Gemona; IACUZZI & VAIA (1981) per il territorio di Magnano in Riviera; PONTON (1986) per l'area posta a meridione di Monteaperta. Recentemente Tunis e Venturini, inizialmente guidati dalla prof.ssa C. Pirini, intrapresero lo studio stratigrafico-sedimentologico delle valli del Natisone, della valle dello Iudrio ed attualmente delle valli del Torre. I risultati di queste ricerche sono stati solo in parte pubblicati in TUNIS & VENTURINI (1984), PIRINI et al. (1986), TUNIS & VENTURINI (1986).

Sulla base di tutti i lavori citati e dei nostri dati editi ed inediti, integrati da rilievi di campagna, da indagini micropaleontologiche e da controlli fotogeologici è stato realizzato lo schema geologico in scala 1:100.000 (tavola fuori testo). Desideriamo infine esprimere tutta la nostra gratitudine al prof. S. Buser del Servizio Geologico Sloveno per averci consentito di consultare numerosi documenti inediti, fonte di preziose e basilari informazioni stratigrafico-strutturali.

Dopo aver delineato lo schema tettonico della tav. f. t. ci è parso opportuno inserire la geologia delle Prealpi Giulie meridionali in un contesto geologico molto più ampio che comprendesse tutta la parte orientale del Friuli-Venezia Giulia ed il settore occidentale della Slovenia (Iugoslavia) al fine di cercare delle possibili interpretazioni della tettonica dell'area di confine italo-iugoslava.

Considerata l'estensione delle aree interessate e la conseguente impossibilità di acquisire delle conoscenze dirette, per la realizzazione della tav. I ci si è avvalsi essenzialmente di fonti bibliografiche. Dei numerosissimi lavori consultati indirizzati verso differenti problematiche, verranno citati sinteticamente i più importanti ai fini geologico-strutturali.



Tav. I - Lineamenti tettonici dell'area di confine italo-iugoslavo. 1. Limiti dell'area di tav. f.t.. 2. Faglie: a) certe; b) presunte o coperte. 3. Sovrascorrimenti: a) certi; b) presunti o coperti. 4. Direzione dei movimenti.

- Tectonic scheme of the borderland between Italy and Yugoslavia. 1. Edges of the zone examined in the table out of text. 2. Faults: a) true; b) supposed or concealed. 3. Thrusts: a) true; b) supposed or concealed. 4. Direction of the tectonic movements.

Le sintesi di SELLI (1953), di CASTELLARIN (1981) (Fogli: Gorizia, Trieste, Tolmino, Udine e Tarvisio) e di COUSIN (1981) con le esaurienti bibliografie, costituiscono i principali punti di riferimento dell'intera area in esame: questi lavori sono di estremo valore e rappresentano un punto di partenza per una moderna ricostruzione del quadro geodinamico.

Esaminando ora la letteratura riguardante la Slovenia occidentale, vengono distinti, per comodità di trattazione i lavori concernenti rispettivamente il settore meridionale, il settore centrale (comprendente pure la zona di Tolmino) e quello settentrionale (comprendente pure la regione della Sava che interessa marginalmente il settore nord-orientale di tav. I).

Per la Slovenia sud-occidentale ed in genere meridionale si segnalano le pubblicazioni di PLENICAR (1961), BUSER (1976), PLACER (1981a) (struttura della zona di Tarnova e della valle del Vipacco), PREMUR (1982).

Per la Slovenia centrale sono di notevole valore i lavori di BUSER (1968 e 1973), MLAKAR (1969) e PLACER (1973). I due ultimi lavori riguardano la zona di Idrija-Žiri e contengono ipotesi faldiste. Le pubblicazioni più recenti sono di PREMUR (1980), PREMUR (1981), PREMUR & DIMKOVSKI (1981a), PLACER (1981b), PREMUR & DIMKOVSKI (1981b), PLACER (1982): tra di esse è particolarmente importante PREMUR (1981) in cui il sistema trascorrente dinarico venne considerato per la prima volta un elemento fondamentale della struttura della regione. Per quanto riguarda la zona di Tolmino, che riveste particolare interesse per la vicinanza con il settore meridionale delle Prealpi Giulie, si menzionano: KUŠČER et al. (1974), BUSER & PAVŠIČ (1978), BABIČ (1980), BUSER (1987), TURNSEK et al. (1987) e BUSER (in stampa).

Della Slovenia nord-occidentale si occuparono GRIMŠIČAR (1962), BUSER (1963) e BUSER (1984). Altre informazioni tettoniche si desumono da lavori aventi indirizzo stratigrafico (KOLAR JURKOVŠEK et al., 1983; JURKOVŠEK et al., 1984; OGORELEC et al., 1984; RAMOVŠ, 1985). I più approfonditi studi della regione della Sava sono di PREMUR (1974 e 1975) e di MLAKAR (1985).

L'importanza di alcune strutture della Slovenia occidentale venne verificata mediante foto da satellite: PICCOLI (1975), GRANDIĆ et al. (1976), PREMUR (1982), PREMUR (1986) e PREMUR (in stampa).

Passando ora all'esame del settore italiano, si sono soprattutto utilizzate, oltre a quelle già citate, le pubblicazioni di: ASSERETO et al. (1967 e 1968), CAROBENE (1984), CARULLI et al. (1981a), CARULLI et al. (1982a), CASALE & VAIA (1972), CASTELLARIN (1979), CASTELLARIN (1984), CASTELLARIN et al. (1980), CASTELLARIN & VAI (1982), CERETTI (1965), CUCCHI & VAIA (1986), D'AMBROSI (1953 e 1955), EBBLIN (1976), FINETTI (1967), FRIZ & GATTO (1979), MARTINIS (1951 e 1962), MORELLI & MOSETTI (1968), PASSERI & CIARAPICA (in stampa), ROEDER (1985).

Per la pianura friulana, di particolare importanza è il lavoro di AMATO et al. (1976), i quali segnalano la presenza di strutture ad andamento dinarico nel sottosuolo; recentemente VENTURINI (1987) ha approntato una nota in cui discute sulle strutture sepolte nella zona a SW di Udine. Infine, tra i grossi lavori recenti di sintesi geologico-strutturale si segnalano: CASTELLARIN (1979), DIETRICH (1984), FINETTI (1984), MILJUSH (1978), DOGLIONI & BOSELLINI (1987), HERAK (1986) e FLUGEL et al. (1987).

La successione stratigrafica delle Prealpi Giulie meridionali: generalità

La successione stratigrafica delle Prealpi Giulie meridionali si sviluppa a tetto della Dolomia Principale ed abbraccia un'intervallo di tempo esteso dal Norico all'Eocene inferiore. Nella tav. f. t. sono riportati in modo schematico: i depositi triassici, giurassici, cretaci (escluso il Maastrichtiano), maastrichtiani, paleocenici e dell'Eocene inferiore. Informazioni sulla stratigrafia della zona si desumono, tra gli altri, da FERUGLIO (1925a), FABIANI et al. (1934), COUSIN (1981), PIRINI et al. (1986), TUNIS & VENTURINI (1984, 1986 ed in stampa).

La stratigrafia di alcune zone, tra cui assume particolare importanza la Bernadia, verrà trattata in dettaglio in lavori in fase di preparazione.

A meridione del fiume Isonzo, i depositi triassici sono rappresentati dalla Dolomia Principale e dal Calcare del Dachstein. Il Giurassico è costituito da formazioni che presentano caratteristiche bacinali sul versante settentrionale del M. Kolovrat (Iugoslavia), mentre nella zona del gruppo M. Mia-M. Mataiur affiorano depositi di piattaforma del Lias ("Calcari della Fornace") e quindi termini risedimentati di ambiente di scarpata del Dogger-Malm (Calcare del Vajont e Calcare di Soccher).

Dal punto di vista paleogeografico, durante il Giurassico si configura quindi un'area di transizione tra la Piattaforma Friulana, posta a Sud-Ovest, ed il Solco Sloveno a Nord-Est. Questo assetto si mantiene, con limitate modifiche, durante gran parte del Cretacico (TUNIS & VENTURINI, 1986). Di questo periodo, nella parte meridionale dell'area in esame, affiorano pure i calcari di piattaforma della Bernadia e della Valle dello Iudrio⁽¹⁾.

Nel Maastrichtiano la situazione paleogeografica muta bruscamente in corri-

(1) La successione stratigrafica della valle dello Iudrio è descritta in TUNIS & VENTURINI (in stampa).

spondenza delle prime fasi compressive alpine ipotizzabili dall'avvento di materiali silicoclastici di origine settentrionale; nel Solco Sloveno ha inizio la deposizione di flysch che interessa progressivamente le aree più meridionali⁽²⁾. Nell'Eocene inferiore i depositi torbiditici e di frana sottomarina ricoprono l'intera area. Infine, alla base dell'Eocene medio, il ciclo sedimentario si chiude con la comparsa di depositi di tipo delizio (zone di Frattins, Cesariis, Monteaperta e M. Quarin presso Cormons).

La descrizione della successione stratigrafica del flysch delle Prealpi Giulie meridionali viene riportata in PIRINI et al. (1986), TUNIS & VENTURINI (1984 e in stampa), TUNIS & PIRINI (1987).

Per quanto riguarda la successione affiorante in territorio iugoslavo (tav. f. t.), costituita in buona parte da depositi risedimentati, si rimanda ai lavori di COUSIN (1981), BUSER (1987) e BUSER (in stampa).

La tettonica delle Prealpi Giulie meridionali

Gli elementi tettonici fondamentali di tav. I vengono riportati schematicamente in fig. 1. Essi sono: il sovrascorrimento del Gran Monte (Barcis-Caporetto) (a); la linea di Idria (b); la linea Stella-Attimis-Purgessimo (c); il sovrascorrimento della Bernadia (d); il sovrascorrimento del gruppo M. Faet-M. Campeon (e); la linea M. Vogu-M. Glevizza-Tribil (f).

Il sovrascorrimento del Gran Monte (a) e la linea di Idria (b) limitano a N e NE l'area in esame. Il primo delimita la scaglia più meridionale della struttura a embrici, allineati E-W, che caratterizza le Prealpi Giulie settentrionali. Secondo vari autori (cfr. ZANFERRARI, 1974) questo lineamento pare si estenda per parecchi km verso W, oltre il Tagliamento. È altresì evidente la presenza di trascorrenti N-S e NW-SE che tagliano l'area S. Simeone-Brancot, separando le Prealpi Giulie dalle Carniche.

La seconda linea è una transpressiva destra ad orientamento dinarico. A questa linea di importanza regionale si associano localmente delle strutture a fiore, come si può intuire dalle sezioni di MLAKAR (1969) attraverso la miniera d'Idria. Anche

(2) Per quanto riguarda il flysch e preflysch maastrichtiano sono state coniate purtroppo molteplici denominazioni. Questo perché il flysch maastrichtiano è costituito da litozone molto differenti, i cui rapporti sia laterali che verticali sono di difficile definizione anche perché è difficile reperire affioramenti sufficientemente continui.

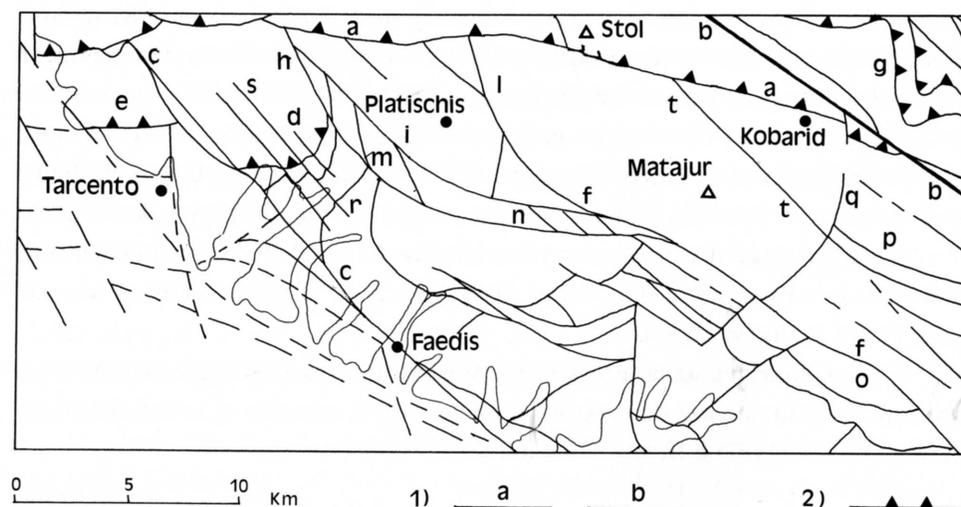


Fig. 1 - Schema tettonico delle Prealpi Giulie meridionali. 1. Faglie: a) certe; b) presunte o sepolte. 2. Sovrascorrimenti.

- *Tectonic sketch of the Southern Julian Prealps. 1. Faults: a) true; b) supposed or concealed. 2. Thrusts.*

i sovrascorrimenti del M. Krn (g) rappresentano una struttura a fiore associata alla transpressiva M. Krn-Rodica.

A sud di questi elementi, tra la copertura flyschoida affiorano tre nuclei mesozoici: i monti della Bernadia, il gruppo M. Mia-M. Matajur ed il Colovrat.

Sul nucleo più occidentale, la Bernadia, è stato perforato dall'AGIP il pozzo Bernadia 1, in una località situata tra Villanova e Chialminis. Questo pozzo ha rivelato una complessa situazione tettonica nel sottosuolo del gruppo montuoso, per la presenza di alcune ripetizioni di serie (MARTINIS, 1966). Da allora, queste ripetizioni sono state messe in relazione ad un sovrascorrimento sudvergente che borderebbe a meridione il gruppo montuoso. La sezione passante per il pozzo, illustrata da Martinis, è difficilmente retrodeformabile, tale da far ritenere possibili movimenti in più direzioni, e comunque implica un raccorciamento N-S notevole. Considerata la relativamente modesta estensione della struttura, è necessario ammettere inoltre degli svincoli laterali di una certa importanza.

Recentemente abbiamo individuato alcuni elementi che portano a modificare l'ipotesi di MARTINIS (1966). Innanzitutto, sul fianco orientale della Bernadia affiorano calcari del Cenomaniano, interessati da faglie subverticali ad andamento di-

narico⁽³⁾. Queste faglie hanno determinato lo scorrimento di blocchi verso SE (questo è ben visibile negli affioramenti lungo la nuova strada forestale tra Monteprato e Nimis) (fig. 2).

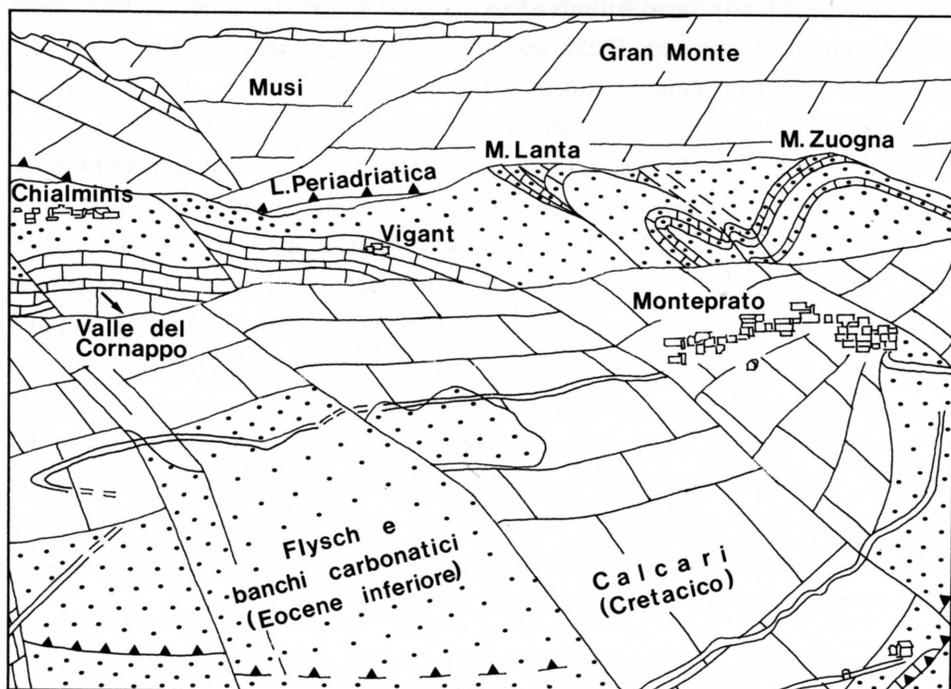
Il flysch sovrastante ai calcari si verticalizza e si rovescia verso il quadrante sudorientale. La situazione tettonica, piuttosto complessa nei dettagli, a grandi linee è interpretabile come una serie di sovrascorrimenti interrotti da faglie subverticali dinariche. Verso oriente, dopo una fascia notevolmente tettonizzata, sono presenti grosse pieghe coricate con vergenza occidentale, opposta alla vergenza del sovrascorrimento (o dei sovrascorrimenti). Queste pieghe si estendono ad Est fino alla fascia compresa tra Cergneu ed Attimis (r). La localizzazione delle pieghe con vergenza occidentale fa pensare che siano anch'esse ricollegabili al movimento della Bernadia stessa, che ha deformato i terreni flyschoidi frontali (fig. 3).

Sul fianco occidentale del gruppo, l'area di Useunt è interessata da una faglia subverticale NW-SE (c), (CARTON et al., 1978) che provoca l'innalzamento della zona nordorientale e la verticalizzazione del flysch che si incunea tra i calcari cretaci (figg. 3 e 4). Il blocco sudoccidentale ribassato mostra notevoli pendenze verso SW, con verticalizzazioni in corrispondenza della Bocca di Crovis. Questa linea tettonica (c) prosegue verso SE attraverso Attimis e Faedis, determinando la "ginocchiatura" degli strati flyschoidi (FERUGLIO, 1925a) con vergenza verso la pianura. Verso NW, attraversa la valle dello Zimor e giunge nell'area di Gretto-Frattins, dove è coinvolta in strutture legate al sovrascorrimento del M. Cuarnan. Per l'andamento rettilineo e le strutture associate, la linea (c) può essere considerata una transpressiva destra. Essa può dunque rappresentare uno svincolo al movimento della Bernadia.

Un altro svincolo (linea h) è localizzabile a NE del gruppo montuoso, e precisamente nell'area del M. Lanta, dove un cuneo tettonico, costituito da un grosso banco carbonatico verticalizzato, di età eocenica, tronca la grossa piega del M. Zuogna (figg. 2 e 3). FERUGLIO (1954) aveva già messo in evidenza questo assetto strutturale, attribuendo però il banco carbonatico al Cretacico.

Infine, l'area tra Ramandolo e Vedronza è anch'essa sbloccata da numerose faglie ad andamento dinarico, che determinano l'affioramento di depositi eocenici incuneati tra i calcari cretaci (tav. f. t. e fig. 3). Questa situazione è evidente lungo le strade Ramandolo-Chialminis e Sedilis-Villanova. Le stesse faglie svincolano tratti del sovrascorrimento tra Ramandolo e Torlano.

(3) Il calcare di Vallemontana, attribuito da FERUGLIO (1925a) al Senoniano, è secondo noi di età cenomaniana (*Orbitolina concava*, *Hedbergella washitensis*).



La struttura della Bernadia può essere quindi considerata come sovrascorsa verso SE, con svincoli a SW (linea c) e a NE (linea h). Il sovrascorrimento situato tra Ramandolo e Monteprato è sbloccato da linee dinariche, che hanno determinato anche strutture di transpressione all'interno del corpo sovrascorso. La genesi di questa struttura è imputabile a spinte alpine neogeniche (N-S o NNW-SSE) che hanno ripreso faglie subverticali dinariche più antiche.

Le stesse spinte alpine hanno dato origine al sovrascorrimento E-W dei M. Faedit-Campeon (e) che rappresenta verosimilmente l'equivalente cinematico del sovrascorrimento della Bernadia, immediatamente a occidente della Bernadia stessa. Anche questo sovrascorrimento è svincolato da linee dinariche. Le complicazioni tettoniche del M. Cuarnan (fig. 4), situato poco a Nord, con il sovrascorrimento del Gran Monte che apparentemente si biforca, sono anch'esse verosimilmente legate alla ripresa di vecchi trend dinarici.

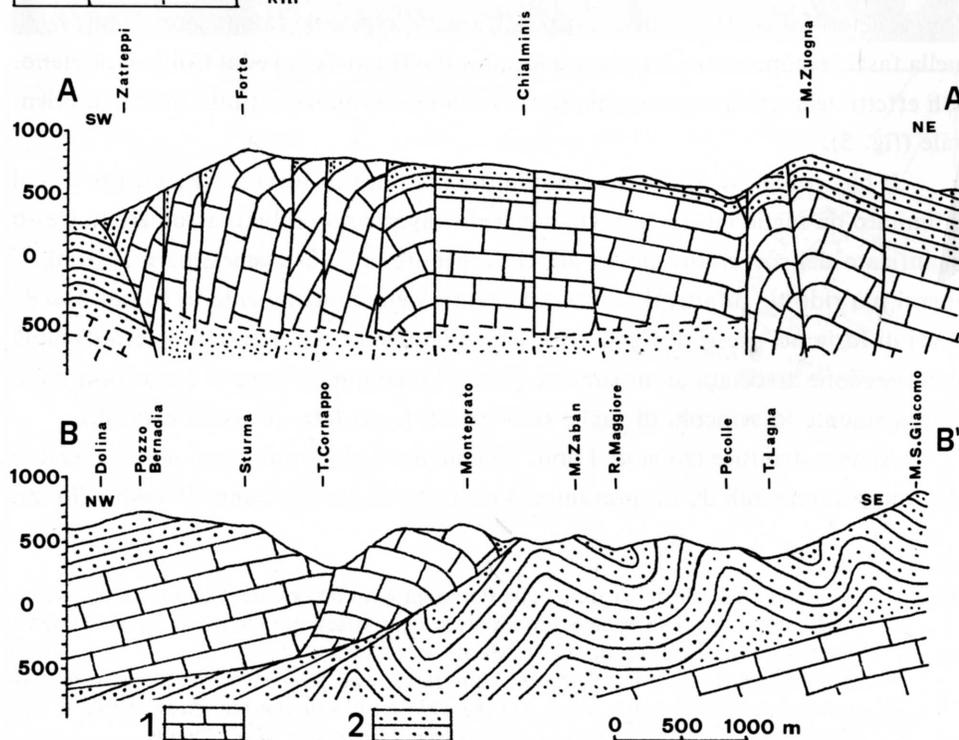
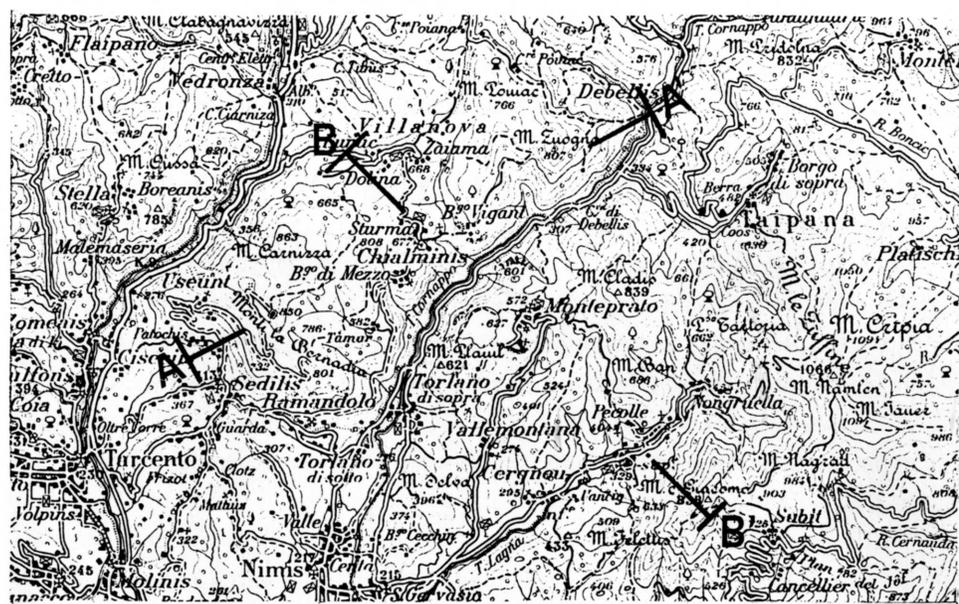
Ad oriente della Bernadia, le tensioni tettoniche sono state scaricate verso SE con le stesse modalità viste in precedenza, ed hanno determinato il sollevamento del gruppo Mia-Mataiur. Le transpressive (f, i, l) hanno inoltre determinato pieghe-faglie "en echelon" e/o altre strutture quali "flower" e piccole rampe laterali (m, n, o) nella fascia compresa tra Lusevera e Kambreško (Iugoslavia) ed il Collio Goriziano. Gli effetti della componente compressiva sono notevoli soprattutto nell'area orientale (fig. 5).

Il blocco del M. Colovrat è bordato dalla linea di Idria a NE, mentre a Sud è limitato da faglie inverse (p). Queste faglie inverse potrebbero assumere lo stesso significato del sovrascorrimento del Gran Monte (a), pur avendo permesso movimenti più ridotti. Infatti, il sovrascorrimento viene praticamente in contatto della linea di Idria nei pressi di Caporetto; immediatamente ad oriente di questa zona la compressione associata al movimento destro lungo questa linea si è scaricata più a Sud mediante lo svincolo di faglie subverticali (q, t) (cfr. prossimi capitoli).

Alcune strutture (zona di Tribil, regione del Collio) mostrano notevoli effetti di compressione, tali da far presumere l'esistenza di piccole rampe laterali. Ciò im-

Fig. 2 - Il fianco orientale del gruppo della Bernadia visto da oriente. Sono tracciate alcune faglie subverticali ad andamento dinarico. A destra si nota la piega del M. Zuogna. Sullo sfondo la catena del Gran Monte ed i Musi.

- The eastern flank of the Bernadia Mountains, view from east. Are there some subvertical faults of dinaric trend. On the right-hand side the Mt. Zuogna fold is visible. In the background there are the Gran Monte and Musi Chains.



plicherebbe che alcune faglie verticali siano troncata alla base, in corrispondenza di un livello di scollamento.

Inoltre, l'attività sismica del Friuli orientale è concentrata nei primi 12 km di crosta con un massimo di addensamento degli ipocentri alla base di questa fascia (CARULLI et al., 1982). Ciò fa presumere uno scollamento anche delle più importanti faglie subverticali, che "galleggerebbero" al di sopra di un livello di scollamento situato ad una decina di km di profondità (cfr. ad esempio la linea Fella-Sava). Numerosi Autori (cfr. SLEJKO et al., 1987) hanno messo in relazione gran parte degli ipocentri con la presenza di sovrascorrimenti dinarici. Riteniamo che un modello con transpressive dinariche e sovrascorrimenti alpini potrebbe forse spiegare meglio la distribuzione degli ipocentri illustrata da SLEJKO et al. (1987). Uno schema ampiamente interpretativo, riguardante le Valli del Natisone e il Collio, è illustrato in TUNIS e VENTURINI (in stampa).

Elementi paleotettonici delle Prealpi Giulie meridionali

Come si tratterà più avanti è verosimile ritenere che linee ad andamento dinarico esistessero già durante il Giurassico-Cretacico.

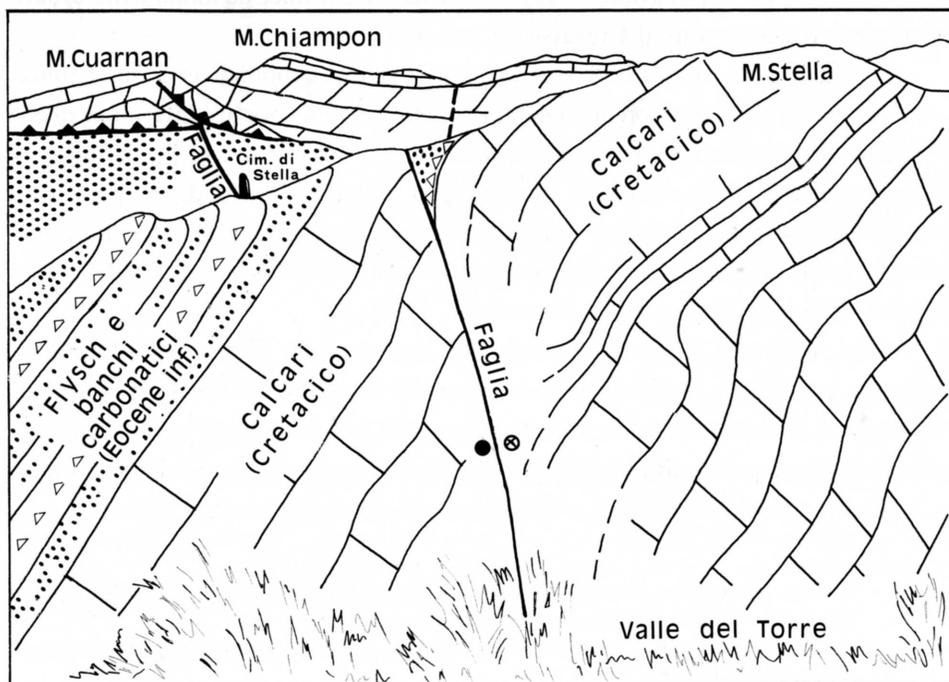
Le compressioni alpine N-S hanno ripreso, in tempi e modi diversi, queste linee.

Un esempio di faglia con movimenti intervenuti in età eocenica inferiore è quella ad andamento dinarico che passa tra C. Potcladie e Tamar (s di fig. 1), sull'altopiano della Bernadia. In vicinanza di questa faglia, le facies flyschoidi comprese tra i banchi carbonatici si rastremano bruscamente procedendo verso SW, mentre i banchi carbonatici entrano in contatto tra di loro nella fascia compresa tra M. Zacounich, M. Tanacris, C. Potcladie (FERUGLIO, 1954).

Altre faglie con direzione dinarica, che interessano il gruppo della Bernadia, sembrano controllare la "trasgressione" (sensu FERUGLIO, 1925a) dei depositi eocenici sui calcari cretaci, determinando analogie di facies nei livelli basali della "trasgressione" lungo allineamenti NW-SE, mentre i banchi carbonatici eocenici vanno in "onlap" sui calcari cretaci procedendo verso SW (FERUGLIO, 1925a).

Fig. 3 - Sezioni geologiche schematiche attraverso i Monti della Bernadia. 1. Calcari giurassico-cretacici. 2. Flysch paleocenico-eocenico.

- Cross sections of the Bernadia Mountains. 1. Jurassic - Cretaceous limestones. 2. Paleocene - Eocene flysch.



È interessante notare che in numerose località dei monti della Bernadia, al contatto con il calcare cretatico, sono state osservate breccie con inclusioni di marne rosastre mastrichtiane, con faune a *Globotruncanae*. Questi livelli, non cartografabili alla scala della tav. f. t., sono stati inseriti nell'ambito delle breccie eoceniche. Sia che si tratti di breccie mastrichtiane oppure di breccie terziarie con clasti di età cretatica, come riteniamo più probabile, le stesse stanno a dimostrare che la Bernadia, comunque già durante il Maastrichtiano, era situata nella zona di scarpata della Piattaforma Friulana. L'erosione dei calcari cretatici è avvenuta, durante il Maastrichtiano-Paleocene, probabilmente a causa di frane sottomarine.

Una situazione simile è presente in Val Iudrio, situata una trentina di km a SE (TUNIS & VENTURINI, in stampa). Nell'area più meridionale di questa valle, marne rosse e grigie del Maastrichtiano poggiano discordanti su calcari cretatici di piattaforma, mentre verso Nord si osserva il contatto diretto calcari-flysch paleocenico.

Una faglia con notevole rigetto verticale è quella ad andamento dinarico che passa a Nord del Mataiur (t) e viene mascherata dall'intensa tettonica neogenica a meridione del Colovrat. Questa linea separa le facies di scarpata della Piattaforma Friulana (a SW) dai depositi del Solco Sloveno (a NE), costituendo il limite sudoccidentale del Calcare di Volzana, formazione bacinale di età senoniana (cfr. TUNIS & VENTURINI, 1986). Recenti rilevamenti di S. Buser hanno mostrato che questa linea prosegue in territorio jugoslavo, raggiungendo la zona di Doblar, dove limita ugualmente a SW gli affioramenti del Calcare di Volzana.

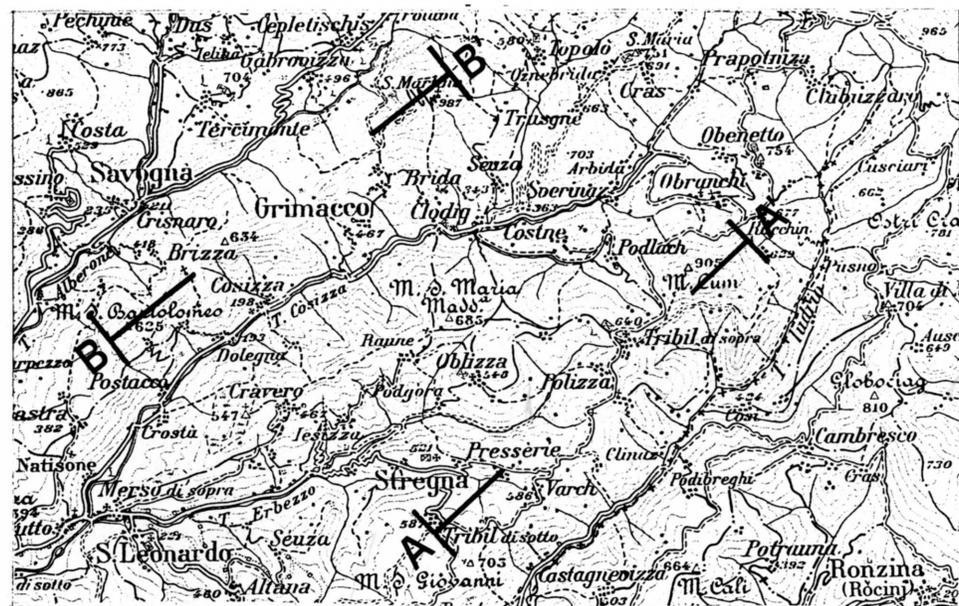
Si possono citare infine le faglie sinsedimentarie che hanno controllato la sedimentazione sulla scarpata giurassico-cretacica (PIRINI et al., 1986; TUNIS & VENTURINI, 1986).

Alcune di esse sono state riportate nella tav. f. t. nei pressi della cima del M. Mataiur.

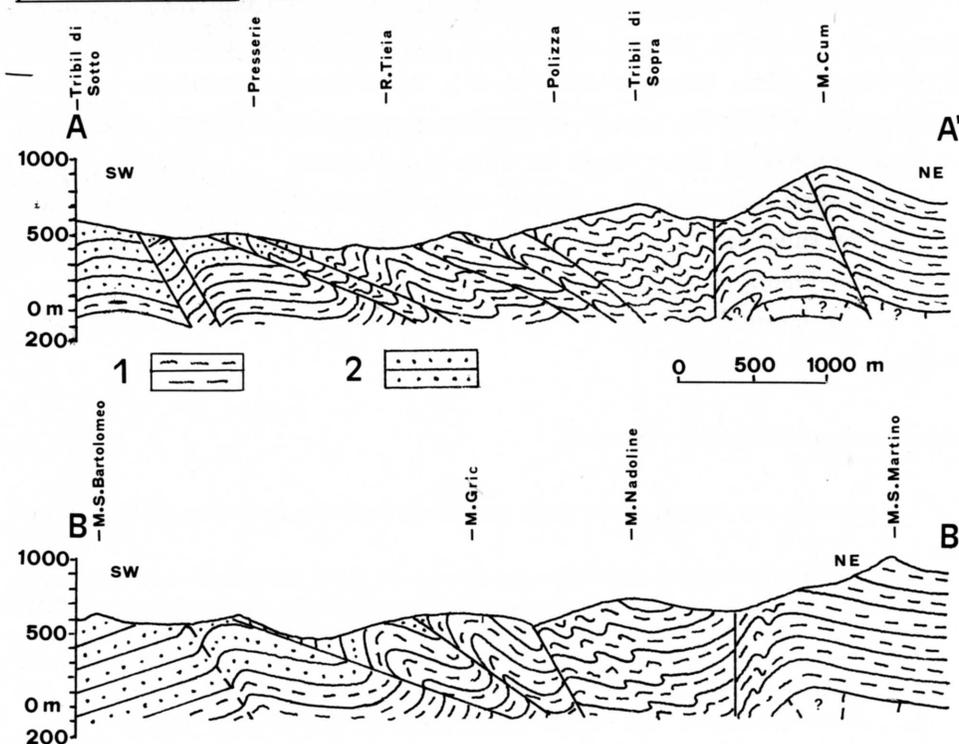
Inquadramento tettonico regionale

Si esamina ora l'inserimento della situazione tettonica delle Prealpi Giulie me-

Fig. 4 - Faglia di Stella vista dalla salita per Useunt. Le faglie transpressive ad andamento dinarico sono frequenti nel gruppo della Bernadia. Sullo sfondo, la catena del M. Chiampon - M. Postoncicco ed il M. Cuarnan, sovrascorsi sul flysch eocenico.
- Stella fault, view from Useunt. On the Bernadia Mts. the transpressive faults with dinaric trend are common. In the background there are the Mt. Chiampon - Mt. Postoncicco chain and the Mt. Cuarnan overthrust on the Eocene flysch.



0 1 2 3 km



ridionali nel contesto dell'area di confine italo-iugoslava (tav. I). Per esigenze di trattazione, le stesse linee sono indicate in tav. I con lettere (maiuscole) diverse da quelle riportate nella tav. f. t..

I lineamenti più importanti che caratterizzano la situazione strutturale sono: la linea di Idria (A), la linea di Resia (B), la linea Fella-Sava (C). La linea A + B e la linea C hanno lo stesso significato cinematico ed andamento, in quanto mostrano una compressione N-S, nel tratto "alpino" nordoccidentale ed una traspressione destra nel tratto "dinarico" sudorientale.

Altri importanti sovrascorrimenti sono quello dei Musi (D) e del Gran Monte (E). Questi sovrascorrimenti hanno vergenza meridionale, opposta a quella della linea di Resia, e, come quest'ultima, sono svincolati ad oriente dalla linea di Idria. Le spinte alpine che hanno causato questi sovrascorrimenti sono state deviate verso SE da linee ad orientamento dinarico determinando così i sovrascorrimenti presenti nell'area tra Gorizia e Idria (H, I).

Di dimensioni più modeste, ma di significato analogo, è il sovrascorrimento della Bernadia, visto in precedenza (L). In questo contesto, sono interpretabili come strutture di traspressione o strutture a fiore il fianco SW della Bernadia, i colli compresi tra Dolegna ed il M. Sabotino (M) (TUNIS & VENTURINI, in stampa), il M. Nanos (N), le pieghe faglie tra Gnidovizza e Varch (O) (TUNIS & VENTURINI, 1984).

Simili sistemi a traspressione-sovrascorrimento dominano l'area a NE della linea di Idria. In questa zona, una splendida struttura a fiore è quella associata alla linea del M. Krn (P). In fig. 6 sono riportate alcune sezioni geologiche, riguardanti quest'ultima linea, tratte da COUSIN (1981). Per quanto riguarda i settori orientali delle sezioni, l'autore parla di sovrascorrimenti dinarici e trascura il significato delle linee subverticali da lui stesso illustrate. È invece evidente la presenza di strutture a fiore legate alla medesima traspressiva dinarica.

In corrispondenza di deviazioni e di complicazioni trasversali a questo tipo di strutture, si sono sollevati gruppi montuosi come il Canin, il Polovnik ed il Mia-Matajur.

La combinazione di movimenti di compressione e di trascorrenza lungo la linea

Fig. 5 - Sezioni geologiche schematiche attraverso le Valli del Natisone orientali. 1. Flysch maastrichtiano. 2. Flysch paleocenico.
- Cross sections along the eastern Natisone valleys. 1. Maastrichtian flysch. 2. Paleocene flysch.

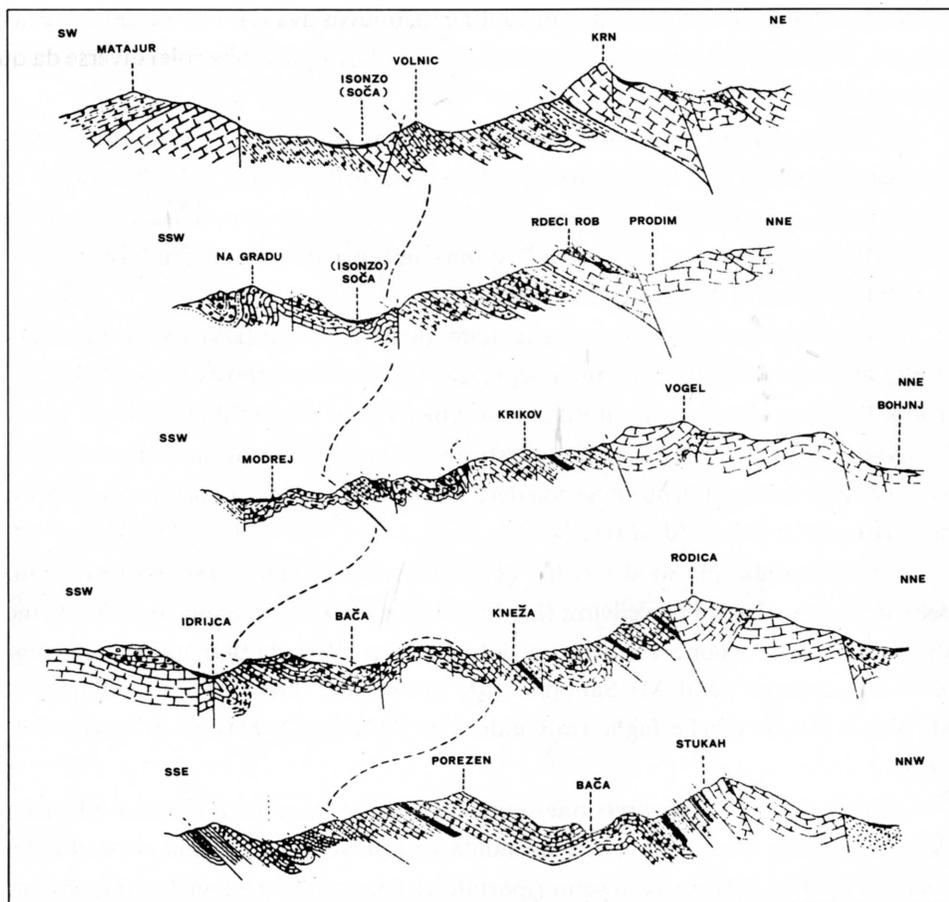


Fig. 6 - Sezioni geologiche dei monti di Tolmino (da Cousin, 1981). L'allineamento Krn - Peski - Vogel - Rodica - Stukah è caratterizzato da strutture di tipo transpressivo (strutture a fiore).

- Cross sections along the Tolmin Mountains (from Cousin, 1981). The alignment Krn - Peski - Vogel - Rodica - Stukah is characterized by transpressive structures (flower structures).

Fella-Sava (C) e lungo la linea Bovec-Žiri (Q) hanno deformato la zona interposta fino a produrre faglie e sovrascorrimenti "en echelon", ad esempio nell'area del Mangart (R) e del Triglav (S).

Infine, vi sono alcune strutture quali l'Amariana, il M. Plauris, l'area settentrionale del M. Canin, il lago di Bohinj che fanno pensare ad un'attività transpressiva con direzione E-W.

Ipotesi sull'evoluzione tettonica

La struttura dell'area illustrata in tav. I è essenzialmente il risultato delle fasi tettoniche post-eoceniche, legate a compressioni N-S e NNW-SSE. Vi sono comunque indizi di fasi tettoniche precedenti, che offrono alcuni spunti di discussione, in particolare sulla cosiddetta "fase dinarica" paleogenica.

Alcune strutture, ad esempio nell'area a NE di Žiri (T) (PREMRU & DIMKOVSKI, 1981; PLACER, 1982), sono state ereditate da fasi tettoniche paleozoiche e triassiche.

Le fasi distensive giurassiche potrebbero aver determinato un reticolo tettonico transtensivo ad orientamento dinarico (NW-SE) ed antidinarico (NE-SW). Simili strutture caratterizzano infatti il margine meridionale della Piattaforma Friulana, che praticamente non è interessato dalla tettonica alpina post-cretacica (CATI, SARTORIO & VENTURINI, in stampa).

L'attività nel Giurassico-Cretacico di parecchie linee osservabili attualmente è documentata dalla distribuzione delle facies e dagli effetti della tettonica sinsedimentaria. Basta infatti osservare come le strutture "en echelon" dell'area tra la linea C e la linea Q di tav. I hanno più o meno lo stesso andamento delle aree di distribuzione di facies durante questo periodo di tempo (cfr. COUSIN, 1981). Inoltre, anche le facies bacinali tardo-triassiche dei dintorni di Tolmino sono delimitate a SW dalla linea di Idria. Infine, come già anticipato, faglie giurassico-cretaciche sono osservabili sul versante settentrionale del M. Matajur.

Nel Campaniano superiore, le spinte alpine hanno determinato verosimilmente un'inversione di movimento nelle trascorrenti; in particolare le trascorrenti ad andamento dinarico si sarebbero trasformate da sinistre a destre. Sembra infatti che durante il Maastrichtiano-Paleogene il regime tettonico fosse di tipo pull-apart, con bacini a deposizione flyschoidi (TUNIS & VENTURINI, in stampa).

Strutture inseribili in un contesto di tipo pull-apart, ereditate dal Maastrichtiano-Paleogene, sono osservabili in particolare a N e ad W della Bainsizza (U), lungo la valle dello Iudrio (V) e probabilmente anche a settentrione del Carso goriziano e triestino (Z, X). Linee ad andamento NE-SW o N-S dell'area della Bainsizza interessavano la scarpata orientale del bacino flyschoidi paleocenico e davano origine a imponenti frane sottomarine (SKABERNE, 1987). Le strutture N-S situate ad est di Dobljar erano attive probabilmente fin dal Cretacico superiore, in quanto rappresentavano anche il limite orientale del Calcarea di Volzana.

Un'evoluzione di tipo pull-apart durante il Maastrichtiano-Paleogene è dedu-

cibile dagli andamenti e dai movimenti di queste linee e dalla geometria romboidale dei bacini flyschoidi. Ad esempio il bacino flyschoidale delle Prealpi Giulie (Maastrichtiano-Eocene inferiore) è interessato da una tettonica molto intensa sul suo lato meridionale in arretramento verso SW, mentre il lato settentrionale è tettonicamente più tranquillo. Inoltre, è interessante notare che i bacini paleocenico-eocenici della Slovenia meridionale (bacino di Aidussina, della Piuka e di Brkini) sono caratterizzati da una forma subrettangolare, da una disposizione "a scacchiera" ed, in alcuni casi, da provenienze degli apporti silicoclastici opposte rispetto a quelle del flysch delle Prealpi Giulie (OREHEK, 1972). Infine, il bacino flyschoidale presente nel sottosuolo della bassa pianura friulana è limitato a Sud da una linea spezzata orientata complessivamente WNW-ESE (AMATO et al., 1976), che imita l'andamento del margine meridionale della Piattaforma Friulana, situato a Sud (CATI, SARTORIO & VENTURINI, in stampa). Questo bacino non sembra condizionato dall'avanzamento di un fronte orogenetico dinarico, ma piuttosto da un sistema trascorrente NW-SE e NE-SW. Questo sistema trascorrente è stato suturato dai depositi di scarpata della Piattaforma Friulana sudoccidentale durante il Giurassico-Cretacico (CATI, SARTORIO & VENTURINI, in stampa), ed il flysch è andato a colmare il preesistente Bacino Friulano. Fin dal Giurassico, il Bacino Friulano è bordato a NE da un'alto strutturale ad andamento dinarico (Alto Mesofriulano; CATI, FICHERA & CAPPELLI, in stampa), situato lungo la direttrice S. Daniele-Pozzuolo. A NE di questo alto, nell'Eocene inferiore si è formato un solco riempito da un notevole spessore di depositi flyschoidi. Nell'Eocene medio, il flysch è andato a coprire anche l'Alto Mesofriulano ed ha suturato entrambi i bacini.

Il comportamento dei bacini flyschoidi maastrichtiano-paleocenico-eocenici sembra dominato dunque da una tettonica di tipo trascorrente (pull-apart-basins) per la loro disposizione, per la geometria subrettangolare o trapezoidale, per l'elevato tettonismo dei margini meridionali; non sono riconducibili quindi ad eventuali fronti di sovrascorrimento (posti a settentrione).

Questa ipotesi deve essere comunque verificata estendendo le indagini verso occidente (bacini del Flysch di Clauzetto e del Flysch dell'Alpago) e verso oriente (bacini flyschoidi della Slovenia meridionale, di Trieste-Capodistria e dell'Istria centro-settentrionale).

Per inciso, le torbiditi del Flysch dell'Alpago e di Clauzetto si sono depositate già nel Paleocene superiore, mentre nello stesso lasso di tempo l'area triestino-istriana presenta facies di piattaforma carbonatica: ciò porta a considerare la presenza, a scala regionale, di meccanismi tettonici più complessi di semplici avansose dinariche.

Questa complessa situazione tettonica ha determinato anche la deposizione di brecciole nummulitiche eoceniche al M. Plauris ed al M. Amariana, discordanti sulla Dolomia Principale e sul Calcare del Dachstein (CERETTI, 1965; CARULLI et al., 1983). Le brecciole si sono deposte sul margine nord-occidentale dell'antecedente bacino flyschoidale maastrichtiano, e l'ampia lacuna alla base di esse potrebbe esser imputabile alle frane che andavano ad intercalarsi nel flysch maastrichtiano stesso (cfr. es. Flysch di Val Ucceca, TUNIS & VENTURINI, 1984).

Uno schema tettonico dominato da trascorrenti era stato ipotizzato, per il Paleocene della Slovenia, da PREMUR (1981). Dunque, la tettonica maastrichtiano-paleogenica pare legata a fasi compressive avvenute in zone interne della Catena Alpina, piuttosto che a fronti dinarici in avanzamento. Fasi compressive orientate N-S, di età Cretacico superiore-Eocene, sono state pure ipotizzate per l'area delle Alpi Carniche (VENTURINI, 1981).

Se consideriamo inoltre l'esistenza, nel settore di Bohinj, di facies marine e salmastre dell'Eocene terminale-Oligocene basale, che sembrano controllate da faglie subverticali (normali secondo COUSIN, 1981), il sistema tettonico di tipo pull-apart pare proseguire anche nell'Oligocene. Lo stesso Autore parla di fasi distensive oligoceniche nelle Prealpi Friulane.

Tutti questi dati contrastano con l'ipotesi di una fase compressiva dinarica paleogenica con sovrascorrimenti SW-vergenti (cfr. tra gli altri COUSIN, 1981), e contraddicono quanto affermato da DOGLIONI & BOSELLINI (1987): "According to the all available data both from the literature and from our field work in the Dolomites, in the Venetian Prealps and in the Friuli regions, a continuity of Dinaric Belt within the Southern Alps appears quite clear". A nostro parere, al momento attuale delle conoscenze, questa continuità è tutt'altro che dimostrata. Strutture come il M. Nanos (N), la Selva di Ternova (H), i monti a Sud di Idria (I), il M. Krn (P), finora sempre considerati come sovrascorrimenti e nappes dinarici, originati nel Paleogene, potrebbero essere interpretati (come si è visto) come conseguenza di movimenti alpini neogenici. Le sezioni illustrate da vari autori necessitano di movimenti nelle tre dimensioni per poter essere retrodeformate.

Il M. Polovnik, da noi in precedenza considerato come una struttura compressiva dinarica di età campaniano-maastrichtiana (TUNIS & VENTURINI, 1984), è molto più probabilmente un prisma tettonico rialzato del Cretacico superiore, legato ai movimenti della linea di Idria, e successivamente ripreso e trasformato in cuneo tettonico dall'inversione dei movimenti lungo la linea stessa.

Molti Autori hanno attribuito un'età paleogenica ai sovrascorrimenti "dinarici" del sottosuolo della pianura friulana (Y di tav. I), trascurando che la netta prevalenza delle dislocazioni è avvenuta nel post-Tortoniano (VENTURINI, 1987). Analogamente, l'area delle Prealpi Carniche meridionali mostra importanti fasi tettoniche post-tortoniane, con notevoli deformazioni dei depositi miocenici. La pianura friulana centrale ha risentito in misura modesta delle spinte alpine, probabilmente a causa della presenza di un grosso corpo rigido profondo, forse costituito da vulcaniti paleozoiche (CASTELLARIN & VAI, 1982; CATI, FICHERA & CAPPELLI, in stampa). Il Carso Goriziano ed il Carso Triestino nordoccidentale mostrano anch'essi di aver risentito di spinte alpine (VENZO & FUGANTI, 1965), come provato ad esempio dalle vergenze meridionali e dagli affioramenti flyschoidi limitati da faglie N-S dell'area Duino-Sistiana.

I ipotesi faldiste (PLACER, 1981) non sono verosimili, in quanto ben difficilmente inseribili nel contesto tettonico regionale. La fig. 13 di PLACER (1981) viene ad interessare anche l'area delle Prealpi Giulie e del Collio Goriziano, chiamando in causa vistosi raccorciamenti, che necessiterebbero di svincoli laterali altrettanto notevoli e che dovrebbero dare chiare evidenze, non riscontrabili però sul terreno. Lo stesso Autore interpreta le strutture dell'area di Idria come sovrascorrimenti (e falde) a vergenza dinarica, successivamente interessati da tettonica trascorrente. Vengono invece trascurati gli effetti di transpressione destra lungo il sistema dinarico, che potrebbero aver dato origine a simili strutture, senza necessariamente chiamare in causa complessi movimenti di falde.

COUSIN (1981) riprende in parte questi concetti, con conseguenti incongruenze nella sua ricostruzione palinspatica.

Nelle Prealpi Carniche e Giulie, dove gli accorciamenti sono stati di circa 2/3 (CASTELLARIN, 1979; CASTELLARIN et al., 1980), lo stile tettonico è infatti ad embrici e non a falde.

Prospettive di ricerca

Le carte tettoniche presentate in questo lavoro, pur basate su una notevole quantità di dati direttamente acquisiti, sono in buona parte frutto di interpretazione, considerata l'estensione delle aree interessate e la conseguente impossibilità della conoscenza diretta e la complessiva lacunosità delle fonti bibliografiche.

Nonostante ciò, si ritiene di aver fornito alcuni elementi utili per indirizzare il lavoro di campagna e per l'interpretazione paleotettonico-paleogeografica dell'area. Tra questi elementi risaltano:

- 1) la struttura della Bernadia, interpretata come un sovrascorrimento SE-vergente, limitato da transpressive ad andamento dinarico;
- 2) la struttura delle Valli del Natisone, dominate anch'esse da una tettonica transpressiva che ha sollevato il gruppo Mia-Mataiur ed ha prodotto strutture a fiore e/o "en echelon" in un'ampia fascia centrale orientata NW-SE;
- 3) l'esistenza di paleofaglie ad andamento dinarico, attive nel Giurassico-Cretacico;
- 4) le caratteristiche dei bacini flyschoidi maastrichtiano-paleogenici, che fanno supporre un'evoluzione di tipo pull-apart, durante questo periodo di tempo;
- 5) i dubbi sulla presenza di sovrascorrimenti dinarici di età paleogenica;
- 6) la possibilità di interpretare la tettonica dell'area di confine italo-iugoslava come dovuta essenzialmente a spinte alpine neogeniche che hanno ripreso antiche linee subverticali dinariche. La retrodeformazione di numerose strutture e la ricostruzione della loro evoluzione tettonica non sembrano possibili se non ipotizzando movimenti nelle tre dimensioni.

Riteniamo che lo sviluppo delle ricerche future debba essere rivolto verso una migliore definizione delle successioni stratigrafiche e dell'andamento dei lineamenti tettonici. Ciò permetterebbe di comprendere, tra l'altro, il significato paleotettonico di alcune strutture, in particolare di quelle suture dai flysch maastrichtiano-paleogenici.

È indispensabile soprattutto un'analisi mesostrutturale delle deformazioni tettoniche, volta ad individuare la direzione e la successione degli stress. Aree emblematiche su cui effettuare queste indagini sono il gruppo della Bernadia e la Valle dello Iudrio, in cui affiorano nuclei cretacici coperti dal flysch paleocenoico-eocenico.

Infine, un modello alternativo a quello proposto potrebbe essere rappresentato da un sistema di bacini di tipo retroarco s.l., controllati da movimenti prevalentemente distensivi (Castellarin, comunicazione personale). Questo modello potrebbe spiegare meglio l'evoluzione dei bacini flyschoidi durante il Maastrichtiano-Paleocene-Eocene inferiore-medio, mentre eventuali fasi compressive (non necessariamente di tipo dinarico) si sarebbero verificate a partire dall'Eocene medio-superiore. A questo riguardo, un nuovo tema di ricerca è rappresentato dalle possibili differenze mesostrutturali tra i depositi antecedenti e quelli successivi alla lacuna dell'Eocene superiore.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano esprimere la loro gratitudine al prof. A. Castellarin per la revisione critica del testo, gli utili consigli e, soprattutto, per gli ottimi spunti di ricerche future.

Manoscritto pervenuto il 12.I.1989.

Bibliografia

- AA. VV., 1977 - Studio geologico dell'area maggiormente colpita dal terremoto friulano del 1976 (a cura di B. Martinis). *Riv. Ital. Paleont.*, 83 (2): 1-393, Milano.
- AMATO A., BARNABA P.F., FINETTI I., GROPPI G., MARTINIS B. & MUZZIN A., 1976 - Geodynamic outline and seismicity of Friuli-Venezia Giulia Region. *Boll. Geof. Teor. Appl.*, 72 (1): 217-256, Trieste.
- ASSERETO R., DESIO A., COMIZZOLI G. & PASSERI L.D., 1967 - Carta geologica d'Italia. Foglio 14^a Tarvisio. *Serv. Geol. d'Italia*, Roma.
- ASSERETO R., DESIO A., DI COLBERTALDO D. & PASSERI L.D., 1968 - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 14^a Tarvisio, *Serv. Geol. d'Italia*, pp. 70, Roma.
- BABIĆ L., 1980 - The origin of "Krn Breccia" and the role of the Krn area in the Upper Triassic and Jurassic history of the Julian Alps. *Vesnik Zavod za Geološka i Geofizička Istraživanja*, 38-39 (A): 60-78, Beograd.
- BARNABA P.F., 1978 - Interpretazione geologico-strutturale della zona di Buja (Friuli). *Mem. Sc. Geol. Univ.*, Padova: 1-32.
- BRAMBATI A., FACCIOLI E., CARULLI G.B., CUCCHI F., ONOFRI R., STEFANINI S. & ULCIGRAI F., 1980 - Studio di microzonizzazione sismica dell'area di Tarcento (Friuli). *Reg. Auton. Friuli V.G., Università di Trieste, Ed. C.L.U.E.T.*: 1-131.
- BROILI L., CARRARO F., CUCCHI F., ONOFRI R., STEFANINI S. & ULCIGRAI F., 1980 - Comune di Gemona del Friuli: studio geologico per la ricostruzione. *Tip. Naz.*, pp. 95, Trieste.
- BUSER S., 1965 - Geološka zgradba južnega dela Ljubljanskega Barja in njegovega obrobja. Geological structure of the Ljubljana Moor with special regard to its southern borderland. *Geologija*, 8: 34-57, Ljubljana.
- BUSER S., 1968 - Geološka karta SFRJ list Gorica 1:100.000. *Zvezni Geol. Zavod*, Beograd.
- BUSER S., 1973 - Tolmač k osnovni geološki karti SFRJ list Gorica 1:100.000. *Zvezni Geol. Zavod*, Beograd, pp. 50.
- BUSER S., 1976 - Tektonska zgradba južnozahodne Slovenije - Tektonischer Aufbau Südwest-Sloveniens. 8. *Jugosl. Geol. Kongres Bled, 1-5 Oktober 1974*, 3: 45-57, Ljubljana.
- BUSER S., 1978 - Razvoj jurskih plastic Trnovskega gozda, Hrušice in Logaške planote. The Jurassic strata of Trnovski gozd, Hrušica and Logaška planota. *Rudarsko Metalurški Zbornik*, 4: 385-406, Ljubljana.
- BUSER S., 1984 - Geološka karta ozmelja med Jezerskim, Tržičem in Jesenicami. *Proteus*, 49 (9-10): 342-550, Ljubljana.
- BUSER S., 1987 - Observation points n° II/3 - II/7: excursion in the Bača valley. *Guidebook of excursions of the Intern. Symp. on the "Evolution of the karstic carbonate platform: relation with other periadriatic carbonate platforms"*, Trieste 1-6 giugno 1987: 13-30, Trieste.
- BUSER S., in stampa - Development of the Dinaric and Julian Carbonate Platforms and the Intermediate Slovenian Basin. Evolution of the Karstic carbonate platform: relation with other periadriatic carbonate platforms. *International Symposium, Trieste 1-6 giugno 1987*, Trieste.
- BUSER S. & PAVŠIČ J., 1978 - Pomikanje zgornjekrednega flišnega bazena v zahodni Sloveniji - Migration of the Upper Cretaceous and Paleogene flysch basin in the western Slovenia. 9. *Jugosl. Geol. Kongres.*, Sarajevo: 78-81.
- CAROBENE L., 1984 - Morfologia, geologia ed evoluzione neotettonica dei rilievi collinari di Buttrio-Dolegna del Collio (Friuli orientale). *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 7: 17-35, Roma.
- CARTON A., IACUZZI R., PANIZZA M. & VAIA F., 1978 - Segnalazione di una dislocazione neotettonica del Friuli tra il M. Stella (Tarcento) ed il M. Forchià di Reclus (Attimis). *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 19: 563-571, Roma.
- CARULLI G.B., GIORGETTI F., NICOLICH R. & SLEJKO D., 1981 - Considerazioni per un modello sismotettonico del Friuli. *Rend. Soc. Geol. It.*, 4: 605-611.
- CARULLI G.B., GIORGETTI F., NICOLICH R. & SLEJKO D., 1982a - Friuli zona sismica: sintesi di dati sismologici, strutturali e geofisici. In CASTELLARIN A. & VAI G.B. (a cura di) - Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale. *Guide Geol. Reg. S.G.I., Tecno-print*, Bologna: 361-370.
- CARULLI G.B., ZUCCHI STOLFA M.L. & PIRINI RADRIZZANI C., 1982b - L'Eocene di Monte Forcella (gruppo del Monte Amariana - Carnia occidentale). *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 24: 65-70.
- CASALE A. & VAIA F., 1972 - Prima segnalazione della presenza del Giurassico superiore e del Cretacico nel gruppo del Monte Canin (Alpi Giulie). *St. Trent. Sc. Nat.*, 49 (1): 14-26, Trento.
- CASTELLARIN A., 1979 - Il problema dei raccorciamenti crostali nel sudalpino. *Rend. Soc. Geol. Ital.*, 1: 21-23, Roma.
- CASTELLARIN A. (a cura di), 1981 - Carta tettonica delle Alpi Meridionali (alla scala 1:200.000). *Progetto Finalizzato Geodinamica (S. P. 5) C.N.R.*, pubbl. n. 441.
- CASTELLARIN A., 1984 - Schema delle deformazioni tettoniche sudalpine. *Boll. Oceanol. Teor. Appl.*, 2: 105-114, Trieste.
- CASTELLARIN A., FRASCARI F. & VAI G.B., 1980 - Problemi di interpretazione geologica profonda del sudalpino orientale. *Rend. Soc. Geol. Ital.*, 2: 55-60, Roma.
- CASTELLARIN A. & VAI G.B., 1982 - Introduzione alla geologia strutturale del Sudalpino. In: CASTELLARIN A. & VAI G.B. (a cura di) - Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale. *Guide Geol. Reg. S.G.I., Tecno-print*, Bologna: 1-22.
- CATI A., FICHERA R. & CAPPELLI V., in stampa - Northeastern Italy. Integrated processing of geophysical and geological data. Evolution of the karstic carbonate platform; relation with other periadriatic carbonate platforms. *International Symp.*, 1-6 giugno 1987, Trieste.
- CATI A., SARTORIO D. & VENTURINI S., in stampa - Subsurface carbonate platforms in the Northern Adriatic area. Evolution of the karstic carbonate platform: relation with other periadriatic carbonate platforms. *International Symposium, 1-6 giugno 1987*, Trieste.
- CERETTI E., 1965 - La geologia del gruppo del M. Plauris (Carnia). *Giorn. Geol.*, 33: 1-38, Bologna.
- CIARAPICA G. & PASSERI L., in stampa - Il Calcare di Dachstein nel M. Canin (Alpi Giulie) in relazione al problema della prosecuzione occidentale del Solco Sloveno nel Norico. *Boll. Soc. Geol. It.*
- COUSIN M., 1981 - Les rapports Alpes-Dinarides dans les confins de l'Italie et de la Yougoslavie. *Soc. Geol. Nord*, 5, vol. I e vol. II, pp. 521 + 521, Villeneuve d'Asq.

- CUCCHI F. & VAIA F., 1986 - Nota preliminare sull'assetto strutturale della val Raccolana (Alpi Giulie). *Gortania*, 8: 5-16, Udine.
- D'AMBROSI C., 1953 - Carta geologica delle Tre Venezie. Foglio Trieste. *Uff. Idrograf. Mag. Acque*, Venezia, Firenze.
- D'AMBROSI C., 1955 - Note illustrative della Carta Geologica delle Tre Venezie. Foglio Trieste, pp. 85, Padova.
- DIETRICH V.J., 1984 - Evolution of the eastern Alps: the traditional concept and modern plate tectonics. *Ann. Geophys.*, 2: 155-160.
- DOGLIONI C. & BOSELLINI A., 1987 - Eoalpine and mesoalpine tectonics in the Southern Alps. *Geological Rundschau*, 76 (3): 735-754.
- EBBLIN C., 1976 - Orientation of stresses and strains in the piedmont area of Eastern Friuli, NE Italy. *Boll. Geof. Teor. Appl.*, 18: 559-579, Trieste.
- FABIANI R., LEONARDI P., KOSSMAT F. & WINKLER A., 1937 - Carta geologica delle Tre Venezie, Foglio 26, Tolmino. *Uff. Idrogr. R. Magistr. Acque Venezia*, Firenze.
- FERUGLIO E., 1925a - Le Prealpi tra l'Isonzo e l'Arzino. *Boll. Ass. Agr. Friul.*, Udine.
- FERUGLIO E., 1925b - Carta geologica delle Tre Venezie. Foglio 25, Udine. *Uff. Idrogr. R. Magistr. Acque Venezia*, Firenze.
- FERUGLIO E., 1929 - Note illustrative della Carta geologica delle Tre Venezie. Foglio Udine. *Uff. Idrogr. R. Magistr. Acque Venezia*, Firenze.
- FERUGLIO E., 1954 - La regione carsica di Villanova in Friuli. *Pubbl. Ist. Geol. Univ.*, Torino, 2: 1-68.
- FINETTI I., 1967 - Ricerche sismiche a rifrazione sui rapporti strutturali tra il Carso ed il Golfo di Trieste. *Boll. Geof. Teor. Appl.*, 9 (35): 214-225, Trieste.
- FINETTI I., 1984 - Struttura ed evoluzione della microplacca adriatica. *Boll. Oceanol. Teor. Appl.*, 2: 115-123, Trieste.
- FLÜGEL H.W., FAUPL P. & MAURITSCH H.J., 1987 - Implications on the Alpidic Evolution of the Eastern parts of the Eastern Alps. In: FLÜGEL H.W. & FAUPL P. (Eds.) - Geodynamics of the Eastern Alps. *Deuticke*, Vienna.
- FRIZ C. & GATTO G., 1979 - Rapporto tra ambiente geologico e rischio sismico in val di Resia (Friuli). *Mem. Mus. Trid. Sc. Nat.*, 23: 1-30, Trento.
- GRANDIĆ S. & HANICH M., 1976 - Neke karakteristike satelitskih ERTS-1 Snimaka i primjer njihovog korištenja u tektonskoj analizi jednog dijela SFR Jugoslavije - Some characteristics of satellite ERTS-1 images and an example of their utilization in determination of tectonics in a region of SFR Yugoslavia. 8. *Jugosl. Geol. Kongres, Bled 1-5 Oktober 1974*, 3: 73-86, Ljubljana.
- GRIMŠIČAR A., 1962 - O geoloških razmerah med Bojinjem in Tirlavskimi jezeri - Geologic relationship between Bohinj and Triglav Lakes areas. *Geologija*, 7: 238-285, Ljubljana.
- HERAK M., 1986 - A new concept of Geotectonics of the Dinarides. *Acta Geol.*, 16 (1): 1-42, Zagreb.
- IACUZZI R. & VAIA F., 1978 - Il territorio di Artegna: contributi geologici per la ricostruzione. *Amm. Com. Artegna, Ed. Grillo*: 1-31, Udine.
- IACUZZI R. & VAIA F., 1981a - La geologia di Magnano in Riviera (Friuli). Contributo alla conoscenza del suo territorio. *Amm. Com. Magnano in Riviera, Ed. Fototext*: 1-44, Udine.
- IACUZZI R. & VAIA F., 1981b - Carte tematiche del territorio della Comunità Montana delle Valli del Torre. *Ed. Arti Grafiche Friulane*: 1-18, Udine.
- IACUZZI R., PUGLIESE N. & VAIA F., 1979 - Nuovi elementi per la conoscenza geotettonica della dorsale Faet-Campeon (Friuli). *Gortania*, 1: 13-34, Udine.
- KOLAR - JURKOVŠEK T., BUSER S. & JURKOVŠEK B., 1983 - Zgornjetriasne plasti zahodnega

- dela Pokljuke - Upper Triassic Beds of the Western Part of the Pokljuka Plateau (NW Jugoslavia). *Rud. Metal. Zbornik*, 30 (2-3): 151-185, Ljubljana.
- KUŠČER D., GRAD K., NOSAN A. & OGORELEC B., 1974 - Geološke raziskave soške doline med Bovcem in Kobaridom - Geology of the Soča Valley between Bovec and Kobarid. *Geologija*, 17: 425-476, Ljubljana.
- JURKOVŠEK B., OGORELEC B., KOLAR - JURKOVŠEK T., JELEN M., ŠRIBAR L. & STOJANOVIČ B., 1984 - Geološka zgradba ozemlja južno od Vršica s posebnim ozirom na razvoj Karnijskih plasti. - The geological structure of the area south of Vršič with special regard to the development of Carnian beds. *Rudarsko metalurški Zbornik*, 31 (3-4): 301-334, Ljubljana.
- MARTINIS B., 1951 - Carta geologica delle Tre Venezie. Foglio 40a Gorizia. *Uff. Idrogr. Mag. Acque Venezia*, Firenze.
- MARTINIS B., 1962 - Ricerche geologiche e paleontologiche sulla regione compresa tra il T. Iudrio e il F. Timavo. *Riv. Ital. Paleont. Strat., Mem.* 8, pp. 246, Milano.
- MARTINIS B., 1966 - Prove di ampi sovrascorrimenti nelle Prealpi friulane e venete. *Mem. Ist. Geol. e Miner. Univ.*, Padova, 25: 1-33.
- MILJUSH P., 1978 - Tectonic framework and evolution of the Dinarides. *Tectonophysics*, 44 (1-4).
- MLAKAR I., 1969 - Krovna zgradba idrijsko žirovskega ozemlja-Nappe structure of the Idrija-Žiri region. *Geologija*, 2: 5-72, Ljubljana.
- MLAKAR I., 1986 - Prispevek k poznavanju geološke zgradbe Posavskih gub in njihovega južnega obrobja. A contribution to the knowledge of the geological structure of the Sava Folds and their southern border. *Geologija*, 28/29: 157-182, Ljubljana.
- MORELLI C. & MOSETTI F., 1968 - Rilievo sismico continuo nel golfo di Trieste. *Boll. Soc. Adr. Sc.*, 56 (1): 42-57.
- OGORELEC B., JURKOVŠEK B., ŠRIBAR L., JELEN B., STOJANOVIČ B. & MIŠIČ M., 1984 - Karnijske plasti v Tamarju in pri Logu pod Mangartom - Carnian beds at Tamar and at Log pod Mangartom. *Geologija*, 27: 107-158, Ljubljana.
- OREHEK S., 1972 - Eocenski fliš Pivške Kotline in Brkinov. 7. *Kongr. Geol. SFRJ*, Predavanja, 2: 253-270, Zagreb.
- PAVŠIČ J., 1985 - Nanoplanktonska stratigrafija krednega in paleocenskega fliša v okolici Breginja. *Razpr. IV razr., SAZU*, 26: 231-246, Ljubljana.
- PICCOLI G., 1975 - Studio aerogeologico strutturale del Carso Goriziano-Triestino, della Slovenia occidentale e dell'Istria. *Mem. Ist. Geol. Miner., Univ.*, Padova, 31: 1-38.
- PIRINI RADRIZZANI C., TUNIS G. & VENTURINI S., 1986 - Biostratigrafia e paleogeografia dell'area sud-occidentale dell'anticlinale M. Mia-M. Mataiur (Prealpi Giulie). *Riv. It. Paleont. Strat.*, 92 (3): 327-382, Milano.
- PLACER L., 1973 - Rekonstrukcija krovne zgradbe idrijsko žirovskega ozemlja. Reconstruction of the nappe structure of the Idrija-Žiri region. *Geologija*, 16: 317-334, Ljubljana.
- PLACER L., 1981a - Geološka zgradba jugozahodne Slovenije. Geologic structure of southwestern Slovenia. *Geologija*, 24 (1): 27-60, Ljubljana.
- PLACER L., 1981b - Nakaj misli o škofjeloški obročasti strukturi. Comments on the publication by U. Premru & T. Dimkovski Ring structure of Škofja Loka in Central Slovenia. *Geologija*, 24 (2): 333-337, Ljubljana.
- PLACER L., 1982 - Tektonski razvoj idrijskega rudišča. Structural history of the Idrija mercury deposit. *Geologija*, 25 (1): 7-94, Ljubljana.
- PLENICAR M., 1961 - Stratigrafski razvoj krednih plasti na Južnem Primorskem in Notranjskem. The stratigraphic development of Cretaceous beds in southern Primorska (Slovenic littoral) and Notranjska (Inner Carniola). *Geologija*, 6: 21-146, Ljubljana.

- PONTON M., 1984 - Morfogenesi di una cavità in flysch carbonatico (Grotta Pod Lanisce, Fr. 573 - Friuli orientale). *Gortania*, 6: 58-82.
- PREMRU U., 1974 - Triadni skladi v zgradbi osrednjega dela Posavskih gub. Trias in geologischen Bau der mittleren Savefalten. *Geologija*, 17: 261-297, Ljubljana.
- PREMRU U., 1975 - Posavske gube so zgrajene iz-narivov. Die Sava-Falten sind aus Überschiebungen gebildet. *Geologija*, 18: 223-229, Ljubljana.
- PREMRU U., 1980 - Geološka zgradba osrednje Slovenije. Geological structure of Central Slovenia. *Geologija*, 23 (2): 227-280, Ljubljana.
- PREMRU U., 1981 - Tektonska dogajanja na prehodu krede v terciar v Sloveniji. Tectonic evolution of Slovenia during the time interval from the Upper Cretaceous to the Tertiary period. *Proc. Symposium of Problems of Danian in Yugoslavia*: 147-154, Ljubljana.
- PREMRU U., 1982 - Geološka zgradba južne Slovenije. Geological structure of South Slovenia. *Geologija*, 25 (1): 95-126, Ljubljana.
- PREMRU U., 1986 - Določevanje maksimalnih magnitud s pomočjo satelitskih bosnetkov. Determination of maxima seismic magnitudes by means of satellite imagery. *9 Kongr. Geol. Yug.*, Kuj 3, Tara.
- PREMRU U., in stampa - Satellite image of S.R. Slovenia and N-W part of S.R. Croatia with presentation of some regional lineaments.
- PREMRU U. & DIMKOVSKI T., 1981a - Škofjeloška obročasta struktura. Ring structure of Škofja Loka in Central Slovenia. *Geologija*, 24: 61-71, Ljubljana.
- PREMRU U. & DIMKOVSKI T., 1981b - Odgovor na Placerjeve pripombe k članku škofjeloška obročasta struktura. Reply to the comments of L. Placer on the publication Ring structure of Škofja Loka in Central Slovenia. *Geologija*, 24 (2): 201-204, Ljubljana.
- PREMRU U., OGORELEC B. & ŠRIBAR L., 1977 - O geološki zgradbi južne Dolenjske. On the geological structure of the lower Carniola. *Geologija*, 20: 167-192, Ljubljana.
- RAMOVŠ A., 1985 - Geološke raziskave severnih Julijskih Alp in njihov biostratigrafski razvoj. Jeklo in ljudje. *Jeseniski Zbornik*, 5: 391-428, Jesenice.
- ROEDER D., 1985 - Geodynamics of Southern Alps. *Seminario Univ. di Milano*, 28.11.1985: 1-22.
- SARTORIO D., TUNIS G. & VENTURINI S., 1987 - Il pozzo SPAN 1: nuovi contributi per l'interpretazione geologica e paleogeografica delle Prealpi Giulie (Friuli orientale). *Riv. It. Paleont. Strat.*, 93 (2): 181-200, Milano.
- SELLI R., 1953 - La geologia dell'alto bacino dell'Isonzo (Stratigrafia e tettonica). *Giorn. Geol.*, 2a, 19 (1947): 1-153, Bologna.
- SELLI R., 1962 - Schema geologico delle Alpi Carniche e Giulie occidentali. *Giorn. Geol.*, 2a, 30: 1-121, Bologna.
- SKABERNE D., 1987 - The Paleocene megaturbidites-Anhovo. Guidebook of excursions. *International Symposium on the "Evolution of the Karstic carbonate platform"*, 5th and 6th June 1987, E. Friuli, Karst of Gorizia and of W. Slovenia: 37-45.
- SLEJKO D., CARULLI G.B., CARRARO F., CASTALDINI D., CAVALLIN A., DOGLIONI C., ILICETO V., NICOLICH R., REBEZ A., SEMENZA E., ZANFERRARI A. & ZANOLLA L., 1987 - Modello Sismotettonico dell'Italia nord-orientale. C.N.R. Gruppo Nazionale per la difesa dai terremoti. *Rend.*, 1: 1-82, Trieste.
- TUNIS G. & PIRINI RADRIZZANI C., 1987 - Flyschoid deposits of Goriška brda between the Isonzo R. and the Iudrio R.: facies associations and an approach to paleoenvironmental reconstruction. *Geologija*, 30: 123-148, Ljubljana.
- TUNIS G. & VENTURINI S., 1984 - Stratigrafia e sedimentologia del flysch maastrichtiano-paleoceno del Friuli orientale. *Gortania*, 6: 5-58.

- TUNIS G. & VENTURINI S., 1986 - Nuove osservazioni stratigrafiche sul Mesozoico delle Valli del Natisone (Friuli orientale). *Gortania*, 8: 17-68, Udine.
- TUNIS G. & VENTURINI S., in stampa - New data and interpretation on the geology of the Southern Julian Prealps (Eastern Friuli). Evolution of the karstic carbonate platform: relation with other periadriatic carbonate platforms. *International Symp.*, 1-6 giugno 1987, Trieste.
- TUNIS G. & VENTURINI S., in stampa - Geologia dei colli di Scriò, Dolegna e Ruttars (Friuli orientale): precisazioni sulla stratigrafia e sul significato paleoambientale del Flysch di Cormons. *Gortania*, 11 (1989).
- TURNŠEK D., BUSER S. & OGORELEC B., 1987 - Upper Carnian Reef Limestone in clastic beds at Perbla near Tolmin (NW Jugoslavia). *Razpr. IV razr.*, SAZU, 27 (3): 37-64, Ljubljana.
- VENTURINI C., 1981 - Foglio 25 Udine. In A. Castellarin (a cura di) Carta tettonica delle Alpi Meridionali (alla scala 1:200.000). *P.F. Geodinamica (S.P.5.) C.N.R.*, Tecnoprint, Pubbl. 441: 19-22, Bologna.
- VENTURINI S., 1987 - Nuovi dati sul Tortonian del sottosuolo della pianura friulana. *Gortania*, 9: 5-16.
- VENZO G.A. & FUGANTI A., 1965 - Analisi strutturale delle deformazioni tettoniche del Carso goriziano (Gorizia). *St. Trent. Sc. Nat.*, sez. A, 42: 333-357.
- ZANFERRARI A., 1974 - Sulla terminazione occidentale del sovrascorrimento periadriatico nelle Prealpi Carniche. *Boll. Soc. Geol. It.*, 93: 33-46, Roma.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:

- Dott. Sandro VENTURINI
AGIP-SNOR - Ufficio Stratigrafico
Via Ciro Menotti, I-48023 MARINA DI RAVENNA RA
- Dott. Giorgio TUNIS
Istituto di Geologia e Paleontologia
dell'Università degli Studi
P.le Europa 1, I-34127 TRIESTE TS