

CARLO BARONI* e PIER LUIGI VERCESI**

I TRAVERTINI DI CARVANO (Brescia)***

RIASSUNTO - Nella presente nota vengono descritte in dettaglio le litofacies travertinose della zona di Carvanno; questi depositi costituiscono l'ossatura di «Unità Morfologiche» situate a quote diverse e generate in vari momenti nel corso del Pleistocene. Gli elementi raccolti attraverso l'analisi morfologica e morfostrutturale, portano ad interpretare la deposizione dei travertini come presumibilmente connessa alla circolazione di acque termominerali, risalenti lungo disturbi tettonici presenti sul versante destro della val Degagna. Il loro successivo «terrassamento» è stato ricondotto a variazioni del livello di base dei corsi d'acqua locali, connesse con movimenti tettonici.

SUMMARY - The travertine of Carvanno (Brescia) - The lithofacies of travertine of the Carvanno area are described in detail. These deposits form the core of «Morphological Units» located at different altitudes and formed in different times during the Pleistocene. The deposition of the travertine is probably, from the evidence of morphological and morphostructural analyses, connected with the circulation of thermomineral waters rising through tectonic contacts on the right of the Degagna Valley. Their subsequent levelling to terraces is due to variations in the base level of the rivers, connected with tectonic movements.

1. PREMESSA

Gli studi effettuati sui depositi travertinosi di Carvanno hanno portato al riconoscimento di diverse fasi deposizionali con caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche ben definite.

L'analisi delle facies sedimentarie ha permesso di ricostruire l'evoluzione paleoambientale e, nel contempo, di tratteggiare il quadro morfostrutturale della zona.

Si è inoltre cercato di collegare l'evoluzione morfologica all'assetto tettonico, al fine di proporre un modello dinamico dell'area in esame.

2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in esame è ubicata sulla destra idrografica del torrente Agna (figg. 1; 2) che, defluendo in direzione sub-meridiana, confluisce nel fiume Chiese presso Vobarno.

L'abitato di Carvanno è ubicato al di sopra di una superficie relitta posta ad una

* Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia; «frequentatore» del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pavia.

** Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pavia.

*** Lavoro eseguito nell'ambito dell'attività del Gruppo di Ricerca sulla «Morfoneotettonica» (M.P.I. 40%, Ricerca 034 «Morphoneotectonics of the Italian Chains», titolare del contratto P.L. Vercesi) e con il contributo del Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia.

Di P.L. Vercesi è l'inquadramento regionale della zona in studio, di C. Baroni l'inquadramento morfologico e la descrizione di dettaglio delle sezioni stratigrafiche; entrambi gli autori hanno curato la fotointerpretazione, il rilevamento e la stesura di questa nota.

I disegni sono di C. Baroni.

Ringraziamo i proff. M. Vanossi e G. Cassinis, nonché il dott. M. Cremaschi per la lettura critica del manoscritto.

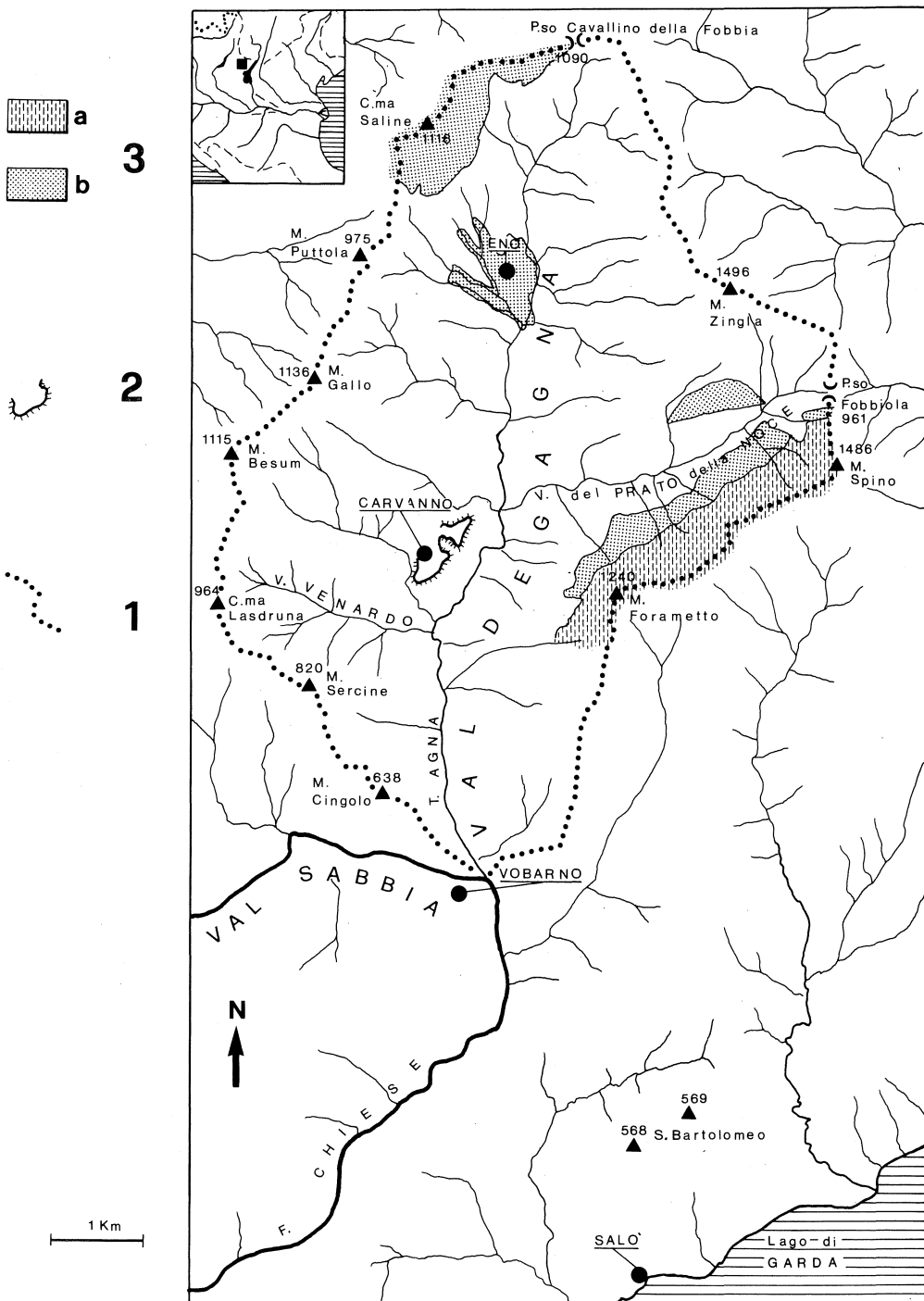


Fig. 1 - *Inquadramento geografico.* 1) Spartiacque topografico della val Degagna. 2) Orlo di scarpata che delimita la superficie relitta di Carvanno. 3) Aree di possibile provenienza dei ciottoli «esotici» rinvenuti nei livelli conglomeratici intercalati, a varie quote, nei travertini di Carvanno: a = affioramenti di «Corna» (Lias medio? - Retico sup.); b = affioramenti di «Calcere di Zu» (Retico medio - inf.).

quota compresa tra 555 e 565 m s.l.m., che si trova elevata di circa 200 m rispetto al fondo della val Degagna, che la margina ad oriente. Ad occidente ed a meridione il ripiano morfologico di Carvanno è delimitato dalla valle del Faeno-Fontana di Carvanno; a settentrione dalla valle Fossa Grande.

Detta superficie relitta (indicata come *Unità Morfologica di Carvanno*) risulta modellata sostanzialmente in depositi travertinosi, conglomerati poligenici a matrice calcarea e, subordinatamente, in «Dolomia Principale» (figg. 2;3). Una scoscesa vallecchia rettilinea (disposta circa in senso NW-SE) la smembra in due sotto unità che sono state definite di *Carvanno s.s.* e di *Torre* (figg. 3;7).

Nella valle incisa ad occidente della superficie relitta di Carvanno sono presenti tre lembi di terrazzi orografici (figg. 2; 3) che sono stati indicati come *Unità Morfologiche di valle del Faeno I e II* (fig. 3). Il più settentrionale di questi lembi (*Unità Morfologica di valle del Faeno I*) è ubicato circa 10 m al di sopra dell'alveo del torrente, intorno a quota 525 ed è modellato in depositi travertinosi; i due più meridionali, tra loro raccordabili (*Unità Morfologica di valle del Faeno II*), si trovano circa a quota 470-480 su entrambi i versanti della valle e presentano substrati identici a quello del lembo settentrionale.

Ancora più a valle, a sud dell'abitato di Carvanno, sul versante sinistro del medesimo corso d'acqua (che in questo tratto è però denominato «Fontana di Carvanno»), è presente un ulteriore piccolo terrazzo, distinto dai precedenti, che costituisce l'*Unità Morfologica di Fontana di Carvanno* (fig. 3); si trova intorno a quota 380, sopraelevato di una ventina di metri rispetto al corso d'acqua. L'ossatura è costituita da depositi travertinosi e la superficie sommitale si presenta in parte rimaneggiata da interventi antropici (galleria ENEL). Quest'ultimo terrazzo si raccorda con un ripiano, presente in val Degagna, anch'esso modellato in depositi travertinosi, che costituisce l'*Unità Morfologica de I Prè* (fig. 3).

In val Venardo e, soprattutto in val Degagna, sono testimoniati lembi di terrazzi fluviali, talora poligenici, riferibili ad almeno due fasi erosive distinte. Sembra evidente un loro raccordo con i depositi alluvionali che affiorano localmente, a quote comprese tra 320 e 350 m s.l.m. (fig. 2).

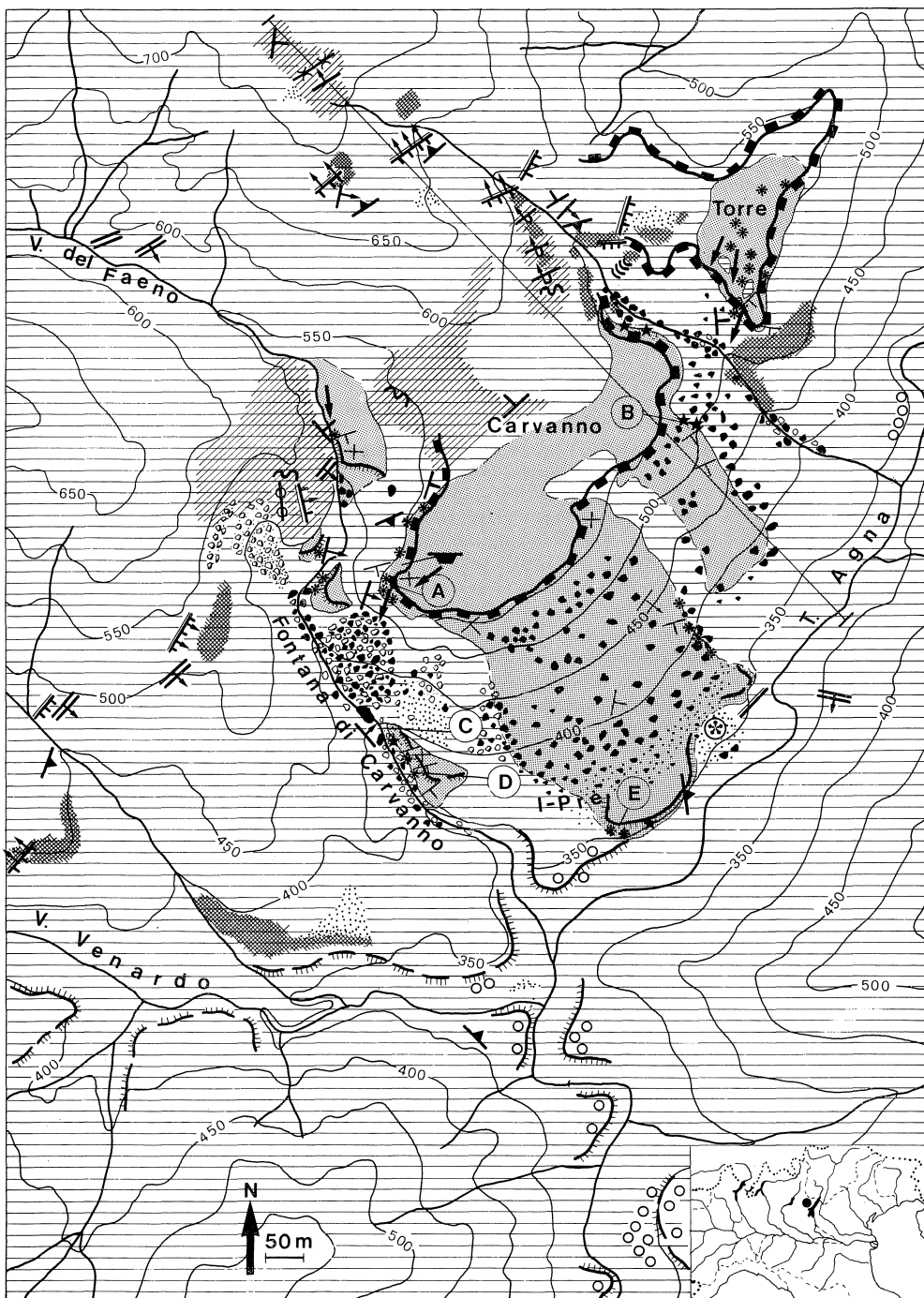
I corsi d'acqua della zona sono caratterizzati da estesi tratti con attiva erosione di fondo (fig. 5); questo fenomeno è accompagnato anche da ruscellamento concentrato lungo i pendii delle valli minori, a «creep» più o meno diffuso ed a fenomeni di trasporto in massa che, nell'insieme, testimoniano dissesto idrogeologico generalizzato.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista litologico la successione stratigrafica della zona è alquanto semplice: la «Dolomia Principale» (Norico) costituisce la formazione geologica più estesamente affiorante. Solo localmente (fig. 2) è presente il «Membro di Lumezzane» (facies eteropica della «Dolomia Principale», BONI e CASSINIS, 1973) che, come noto, è costituito da calcari dolomitici di colore scuro o grigio-brunastro, bituminosi, fetidi alla percussione, con stratificazione evidente.

Nei pressi di Carvanno ed in val del Faeno affiorano travertini e conglomerati poligenici ad essi associati. La presenza di tali litotipi venne indicata per la prima volta da SACCO (1896) che segnalò un «ceppoide villafranchiano» a Carvanno. In seguito BONOMINI (1915 e 1922) richiamò la presenza di tufi¹ a Carvanno e nei dintorni. Non è chiaro

¹ Termine dialettale locale sinonimo di travertino.



- 1 [Pattern: Dotted]
- 2 [Symbol: Wavy lines]
- 3 [Pattern: Stippled]
- 4 [Symbol: Star in circle]
- 5 [Pattern: Circles in a grid]
- 6 [Pattern: Diagonal lines]
- 7 [Symbol: Star in circle]
- 8 [Pattern: Cross-hatched]
- 9 [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
- 10 [Symbol: Wall with outward-pointing spikes]

- 11 [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
- 12 [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
- 13 [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
- 14 [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]

- 15 [Symbol: Circle]
- 16 [Symbol: Scale bar]
- 17 [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]

- a [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
 - b [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
 - c [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
- 18

- a [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
 - b [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
 - c [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
 - d [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
 - e [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
 - f [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
 - g [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
 - h [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
- 19

- [Symbol: Star in circle]
- 20

- [Symbol: Wall with inward-pointing spikes]
- 21

se l'A. riconobbe o meno le litofacies travertinose; infatti nei medesimi lavori indicò la presenza di «tufi dell'Infralias a Carvanno». Citò altresì, con maggiore chiarezza, la presenza di un conglomerato composto da ciottoli di «Dolomia cavernosa» che correlò dubitativamente al «ceppoide» riconosciuto da Sacco. Successivamente lo stesso BONOMINI (1929) indicò un conglomerato a Carvanno (pliocenico?) composto da elementi di dolomia con rare tracce «Corna» e «Infralias»... «che si sarebbe formato in ambito locale»...

Oltre ai brevi cenni riportati dagli AA. sopra citati (che si esauriscono in poche righe inserite in lavori di più ampio respiro) non sono note altre segnalazioni nè, tanto meno, descrizioni più approfondite dei litotipi in oggetto.

Edizioni cartografiche recenti (ROSSETTI in: BONI et Alii, 1972) indicano, nella zona oggetto del presente lavoro, l'affioramento della «Formazione di S. Giovanni Bianco» (Carnico) costituita da dolomie vacuolari a stratificazione indistinta o in grossi banchi.

La situazione strutturale è decisamente più complessa rispetto a quella stratigrafica, almeno per quanto concerne la definizione dell'assetto tettonico (CASSINIS, 1980).

La «Dolomia Principale», sovrascorsa sui termini più recenti della serie stratigrafica delle Prealpi (BONI et Alii, 1972; VERCESI e BISSOLATI, 1983) è interessata da una fitta rete di dislocazioni (fig. 11) che, a luoghi, determina la formazione di zone estesamente cataclase. Ne discende che talvolta risulta estremamente difficoltoso individuare le principali linee tettoniche.

Le faglie riportate sempre in fig. 11 sono solamente le dislocazioni delle quali è stato possibile rilevare le caratteristiche geometriche o, comunque, il piano di faglia stesso.

In fig. 11, oltre alle faglie sopraccitate, integrate con le tracce delle possibili prosecuzioni, sono state indicate anche:

- le faglie ritenute probabili per evidenze morfologiche e/o per l'accertata cataclasi indotta nella roccia, ma delle quali non è stato possibile individuare sul terreno le caratteristiche geometriche;
- la faglia di val Degagna, desunta in base a considerazioni di carattere regionale (diverso stile tettonico delle aree costituenti i versanti della valle);
- i lineamenti, caratterizzati prevalentemente da elementi morfotettonici.

Fa netto contrasto allo stile tettonico rigido della «Dolomia Principale», l'assetto del «Membro di Lumezzane» che, a causa della diversa risposta reologica fornita dai litotipi che lo costituiscono, si presenta intensamente e fittamente ripiegato (figg. 2; 4).

Fig. 2 - *Carta geologica schematica*. 1) Depositi colluviali. 2) Smottamento. 3) Depositi per gravità: tessitura dai massi alle ghiaie; composizione dolomitica o calcareo-dolomitica (a) e travertinosa (b); i massi isolati ed i depositi con spessore inferiore ad 1 m sono sovrapposti ai simboli del substrato. 4) Alternanza di coltri eoliche e depositi colluviali (Pleistocene sup.). 5) Depositi alluvionali (Pleistocene sup. - Olocene). 6) Formazione dei Travertini di Carvanno (Pleistocene sup. - inf.?). a) breccia a cemento travertinoso e falde detritiche (intercalate nei travertini o alla loro base); b) conglomerati fluviali a cemento travertinoso, (intercalati o alla base dei travertini). 7) «Dolomia Principale» (Retico medio - Norico) con facies eteropiche (a = «Membro di Lumezzane»). 8) Zone cataclase. 9) Orlo di scarpata che delimita la superficie relitta di Carvanno. 10) Orlo di terrazzo fluviale. 11) Faglia sub-verticale. 12) Faglia subverticale: i trattini indicano la zona ribassata. 13) Faglia diretta. 14) Faglia inversa. 15) Ubicazione delle sezioni di dettaglio (descritte nelle figg. 5 e 6). 16) Traccia di sezione geologica. 17) Zona di cava (da notizie raccolte «in loco»). 18) Giacitura delle bancate travertinose: a) sub-orizzontali; b) debolmente inclinate; (10°-25°); c) mediamente inclinate (25°-45°). 19) Giacitura degli strati: a) sub-orizzontali; b) debolmente inclinati (10°-25°); mediamente inclinati (25°-40°); d) fortemente inclinati (40°-60°); e) subverticali (60°-80°); f) verticali; g) rovesciati; h) contorti. 20) Asse di sinclinale. 21) Asse di anticlinale.

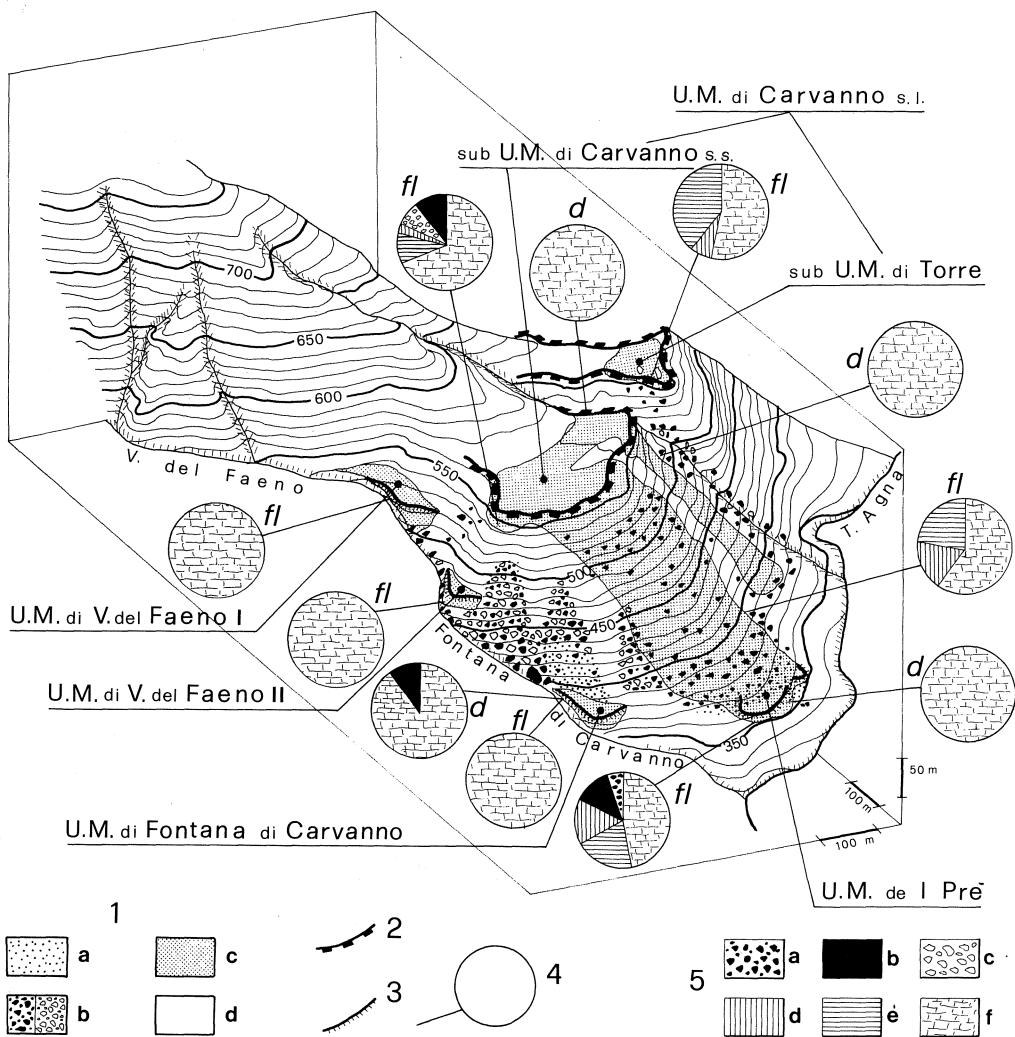


Fig. 3 - Assonometria (dimetrica) della zona di Carvanno. 1) Litologia di superficie: a) depositi colluviali; b) depositi per gravità; tessitura dai massi alle ghiaie; composizione dolomitica e calcareo dolomitica o travertinosa (in nero). c) Formazione dei Travertini di Carvanno (Pleist. sup. - inf.?). d) «Dolomia Principale» e facies eteropiche indistinte (Retico medio - Norico). 2) Orlo di scarpata che delimita la superficie relitta di Carvanno. 3) Orlo di scarpata che delimita le unità morfologiche minori. 4) Diagramma circolare relativo alla composizione litologica dei livelli conglomeratici e brecciosi associati ai travertini: a) conglomerati a matrice travertinosa; b) travertini; c) breccie calcareo dolomitiche; d) calcari bianco-cerei («Cornà»); e) calcari grigio-nocciola («Calcare di Zu»); f) dolomie, dolomie calcaree e calcari dolomitici («Dolomia Principale» e facies eteropiche). d = Breccie a cemento travertinoso e detriti di falda alla base dei travertini. fl = Conglomerati fluviali a cemento travertinoso. U.M. = Unità Morfologica.

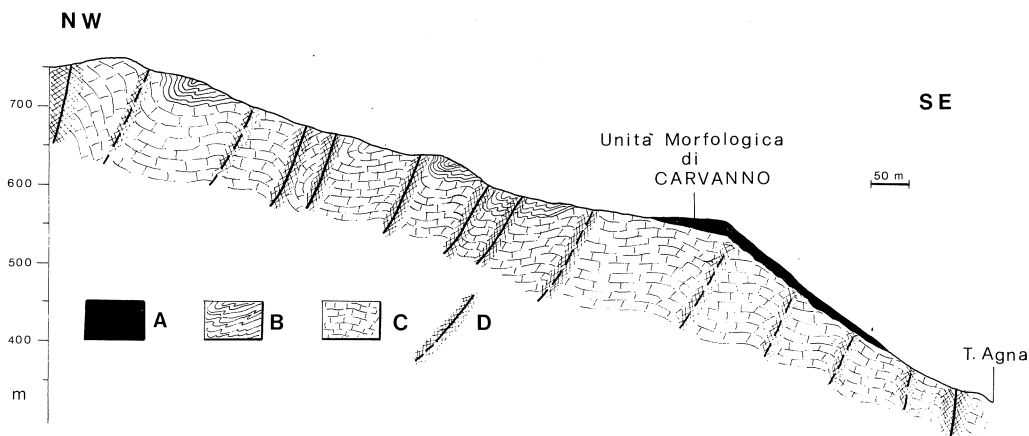


Fig. 4 - Sezione geologica interpretativa. (per l'ubicazione v. fig. 2). A) Formazione dei travertini di Carvanno. B) Membro di Lumezzane. C) Dolomia Principale. D) Faglie e fratture più evidenti e connesse zone cataclaste.

4. DESCRIZIONE DELLE LITOFACIES CONTINENTALI

4.1. I depositi travertinosi

L'analisi delle tessiture e delle strutture dei travertini di Carvanno ha permesso di evidenziare una serie di litofacies che, oltre ad affiorare in sequenza verticale, a luoghi risultano compenstrate e, spesso, si trovano variamente associate, dando origine ad una ricca serie di combinazioni.

Conglomerato poligenico basale

È costituito da livelli tipicamente conglomeratici e livelli breccioidi; affiora prevalentemente sulla *sub-Unità Morfológica di Torre*. È impostato sulla «Dolomia Principale»; la superficie di contatto è ondulata per la presenza di corpi canalizzati aventi direzione circa S/SSW, che condizionano anche la potenza del conglomerato stesso (fino a 5-6 m).

È costituito prevalentemente da elementi con un diametro medio compreso tra 1 e 3 cm, ma localmente può anche essere costituito da blocchi (30-40 cm). I clasti, prevalentemente dispersi nella matrice o con contatti tangenti, si presentano da angolari ad arrotondati, di forma tabulare o isodiametrica. La matrice, soprattutto nei livelli conglomeratici, è costituita da ghiaietto e sabbia grossolana. Il cemento è calcareo ed assume generalmente un colore rosso-giallastro; i vuoti sono comuni.

Dal punto di vista litologico tale conglomerato è costituito da dolomie, dolomie calcaree e calcari dolomitici («Dolomia Principale» e «Membro di Lumezzane»), calcari grigio-nocciola («Calcare di Zu») e calcari bianco cerei («Corna»).

Travertini laminari

Si tratta di laminiti di tipo stromatolitico in senso lato: le lamine, generalmente ondulate, hanno uno spessore variabile da 2 a 10 mm e sono costituite da micrite incro-

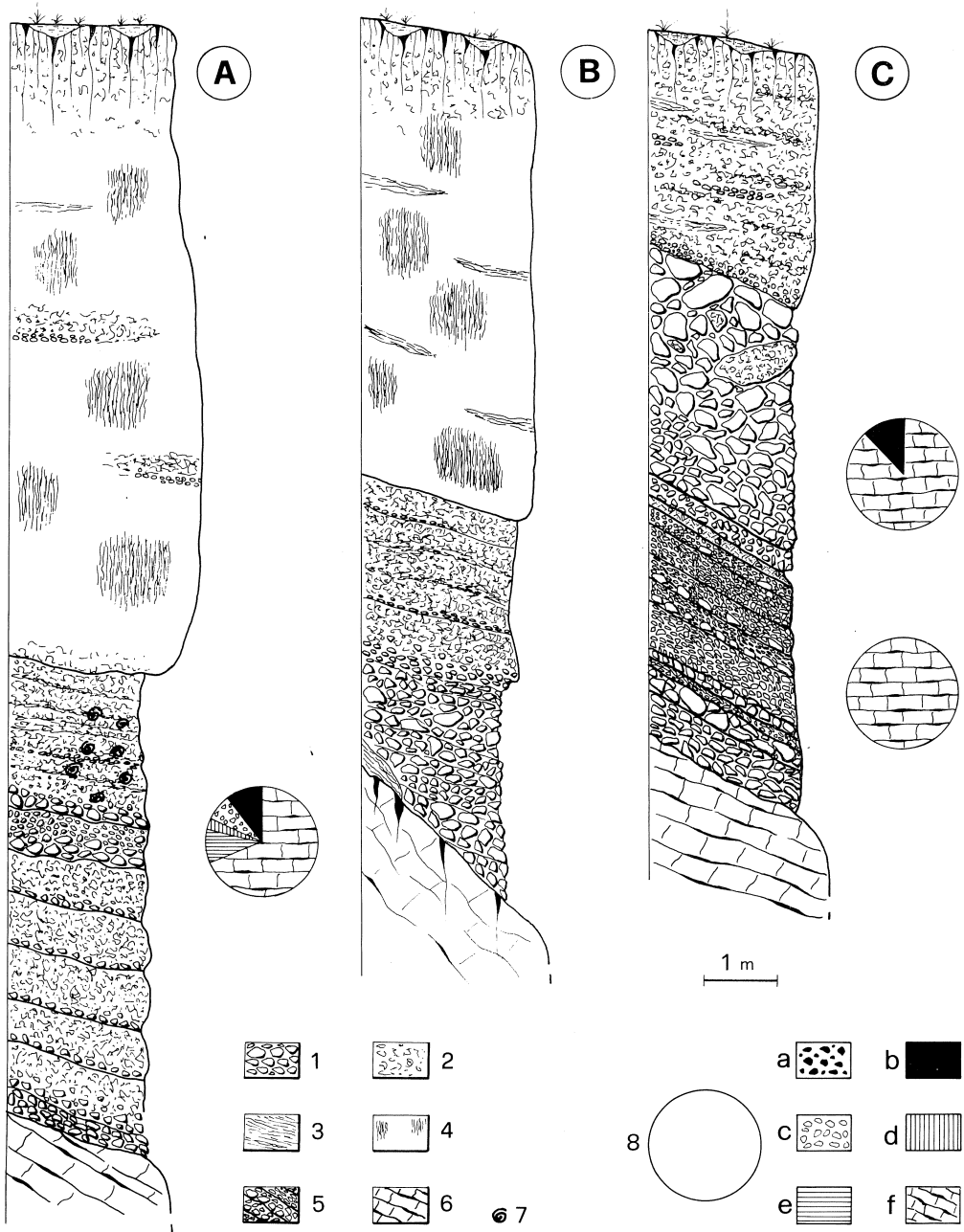


Fig. 5 - *Sezioni geologiche di dettaglio* (per l'ubicazione v. fig. 2). 1) Conglomerati e breccie. 2) Travertini sub-fitoermali/fitoclastici. 3) Travertini compatti, a luoghi fitoermali. 5) Falda detritica stratificata. 6) «Dolomia stromatolitica». 7) Malacofauna. 8) Diagrammi circolari relativi alla composizione litologica delle breccie e dei conglomerati intercalati nei travertini o alla loro base. a) Conglomerati a cemento travertinoso. b) Travertini. c) Breccie calcareo-dolomitiche. d) Calcarei bianco-cerei («Corna»). e) Calcarei grigio-nocciola («Calcarea di Zu»). f) Dolomie, dolomie calcaree e calcari dolomitici («Dolomia Principale» e facies eteropiche).

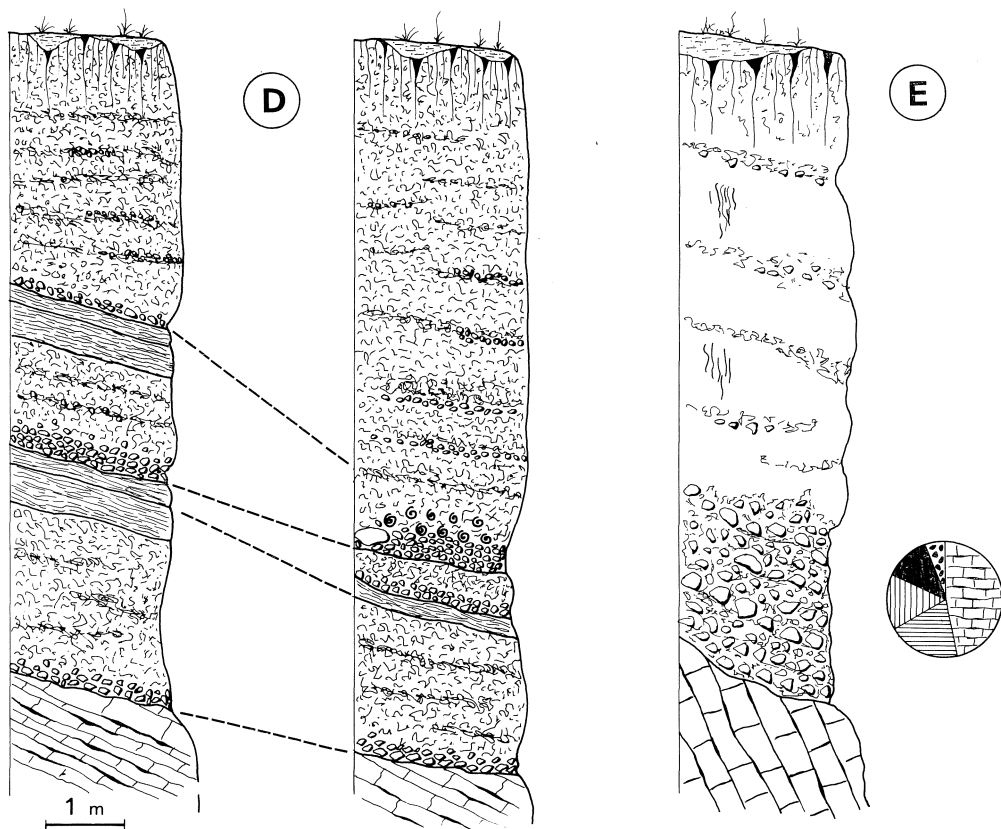


Fig. 6 - *Sezioni geologiche di dettaglio.* (Per l'ubicazione v. fig. 2; per la legenda v. fig. 5).

stante alghe calcaree (Cianofite). I pori sono comuni (a luoghi molto frequenti) e, spesso, parzialmente riempiti da calcite spatica mesocristallina secondaria. A livello macroscopico è possibile osservare alcuni ispessimenti delle lamine che, a luoghi, si sollevano accentuando l'andamento ondulato delle stesse. Il colore varia dal bianco avorio al bruno-giallastro.

L'aspetto è generalmente compatto, ma possono anche essere presenti, in varia misura, dei vuoti. Se compatta, questa litofacies è caratterizzata da un peso di volume relativamente elevato e da una buona resistenza alla percussione. Per alterazione, soprattutto i livelli di minore potenza perdono di consistenza assumendo un aspetto spugnoso o addirittura si «sfarinano» in una sabbia giallastra.

Alla scala dell'affioramento questa litofacies si presenta in lenti di spessore compreso tra pochi centimetri ed alcuni decimetri; l'inclinazione è varia (da 10° a 50°) e generalmente il margine posto verso valle presenta una terminazione «a lingua».

Travertini fitoermali

La rapida deposizione di carbonato di calcio micritico preserva localmente le strutture dei vegetali igrofilo, anche in posizione di crescita. Per questa ragione alcune strutture sono costituite da incrostazioni «tubiformi» di spessore compreso tra pochi mm

ed 1 cm; la lunghezza massima osservabile è di alcuni decimetri (1-3). Lo sviluppo è generalmente verticale (più o meno intrecciato) od obliquo, ma è stato osservato anche sub-orizzontale, fino a sfumare nelle strutture tipiche dei travertini fitoclastici (v. oltre). Queste incrostazioni tubiformi sono più o meno addensate e collegate da «ponti» di carbonato di calcio che possono saldarle tra loro, conferendo un aspetto molto compatto a questa litofacies. Incrostazioni di calcite spatica mesocristallina possono anche occludere completamente i pori primari. I vuoti, variamente sviluppati in ragione della quantità di cemento calcitico, sono da comuni a molto abbondanti, potendo raggiungere anche dimensioni di vari centimetri.

In sintesi i travertini fitoermali presentano un aspetto che, dal punto di vista macroscopico, può abbracciare tutte le possibilità comprese tra una struttura fortemente vacuolare ed una estremamente compatta (fig. 8). In quest'ultimo caso sono caratterizzati da un peso di volume relativamente elevato e da una elevatissima resistenza alla percussione.

Il colore varia dal bianco giallastro al bruno giallastro. Nei vuoti sono a luoghi presenti fitoclasti di dimensioni ruditiche o arenitiche che possono diventare prevalenti fino a dare origine sia lateralmente che in sequenza verticale a travertini fitoclastici (*travertini sub-fitoermali/fitoclastici*).

La stratificazione è generalmente assente o, comunque, maldistinta.

Poiché alla scala dell'affioramento è difficoltoso distinguere all'interno dei travertini *compatti* quale sia la litofacies prevalente (travertino fitoermale, travertino sub-fitoermale/fitoclastico) si è ritenuto di indicarla con sicurezza solo dove fossero presenti livelli chiaramente fitoermali e di utilizzare per tutti gli altri casi il termine di *travertino compatto*, che facilita anche la comprensione della geometria dei corpi travertinosi costituiti da questa litofacies, generalmente «a prisma» o a «placca».

Soprattutto su questi ultimi travertini sono spesso presenti microforme di dissoluzione carsica, quali scannellature, solchi e lapiéz alveolari.

Travertini fitoclastici

Sono costituiti da frammenti vegetali di dimensioni ruditiche o arenitiche, incrostati da micrite e variamente cementati (si tratta di biocalciruditi e, subordinatamente, biocalcareniti).

I clasti sono costituiti prevalentemente da frammenti di vegetali igrofilii (monocotiledoni erbacee, *Salix* sp., ecc.). Localmente sono contenute faune malacologiche rupicole, petricole e dulciacquicole (GIROD, 1986).

È comune la presenza di un cemento spatico mesocristallino. La concentrazione di foglie in livelletti dà origine a strutture laminari, osservabili più alla scala del campione che a quella dell'affioramento.

Granuli di sabbia calcarea e/o ciottoli sono variamente associati a questa litofacies, fino a dare origine a vere e proprie intercalazioni di lenti ruditiche o arenitiche.

La stratificazione è maldistinta con livelli a giacitura irregolare, debolmente inclinati (10°-20°) e con potenza variabile (10-50 cm). L'aspetto è generalmente vacuolare o addirittura «cavernoso»; tale caratteristica fa sì che i travertini fitoclastici siano caratterizzati generalmente da uno scarso peso di volume.

Questa litofacies è strettamente associata sia ai travertini fitoermali sia a quelli stromatolitici, essendo testimoniati tutti i termini di passaggio tra l'una e le altre in senso sia verticale che orizzontale.

Intercalazioni terrigene nei travertini

Sono stati osservati tutti i termini di passaggio compresi tra i singoli clasti inglobati nei travertini ed i corpi canalizzati conglomeratici a matrice sabbiosa. Molto diffusi so-

no i livelli lentiformi di ruditi a matrice travertinoso intercalati nelle litofacies precedentemente descritte; la potenza dei livelli, molto variabile, è generalmente compresa tra alcuni centimetri ed alcuni decimetri.

Per questa estrema variabilità i clasti possono essere fortemente eterometrici, da angolari ad arrotondati, generalmente dispersi nel cemento travertinoso.

4.2. I depositi alluvionali e di versante

Al limite meridionale dell'area (fig. 2), lungo la strada che risale la val Degagna, affiorano depositi alluvionali costituiti da ciottoli e blocchi arrotondati e subarrotondati aventi dimensioni massime di 50-70 cm e prevalenti di 15-25 cm; i singoli elementi presentano contatti tangenti o sono dispersi in una matrice sabbioso-ghiaiosa; il limite inferiore è ondulato; superiormente è presente una coltre colluviale discontinua. Lo spessore dei depositi alluvionali è di circa 4 m. La composizione litologica, rilevata su un campione statistico di 100 ciottoli è la seguente: dolomie e dolomie calcaree («Dolomia Principale») 51%; calcari grigio-nocciola («Calcere di Zu») 25%; calcari bianco-cerei («Corna») 22% arenarie 2% («Membro di Lumezzane»?); Depositi analoghi affiorano anche altrove lungo la val Degagna e la val Venardo (fig. 2), a luoghi al di sopra di superfici terrazzate (terrazzi poligenici) comprese tra 320 e 350 m s.l.m.

Per quanto concerne i depositi di versante segnaliamo la presenza di coltri colluviali, conoidi detritiche e piccoli smottamenti (figg. 2; 3). Le coltri colluviali, generalmente messe in posto da diversi cicli deposizionali, sono costituite in netta prevalenza da materiale limoso con scheletro sabbioso-ghiaioso, maggiormente concentrato alla base dei livelli medesimi.

Lungo la strada che sale a Carvanno (tra Rango e Novaglio) nei livelli inferiori di una coltre colluviale composta (al di sotto di circa 1,3 m di livelli limoso-ghiaiosi) sono stati raccolti vari frammenti di laterizi romani.

A nord-est di loc. «I Prè» (fig. 2) è presente una coltre colluviale composta all'interno ed al di sotto della quale si trovano depositi eolici (la complessa successione è attualmente in corso di studio da parte di M. Cremaschi).

Sempre nell'ambito dei depositi di versante si segnala la presenza di conoidi di detrito, soprattutto a sud-ovest di Carvanno; frequenti blocchi e massi di travertino e/o dolomia affiorano lungo tutte le pendici che coronano l'*Unità Morfologica di Carvanno* (figg. 2; 3); localmente le dimensioni dei massi, soprattutto di travertino, sono anche superiori a 5 m di diametro (nel torrente «Fontana di Carvanno», a quota 400-410 ca, è presente un masso che supera i 30 m di diametro - fig. 3 -).

Si segnala inoltre che, alla base dell'*Unità Morfologica di Fontana di Carvanno*, le estreme propaggini di un conoide di detrito sono sottostanti a litofacies travertinose e ricoprono una successione di circa 3 m di detriti stratificati (figg. 2; 3; 5, C) presumibilmente connessi a fenomeni periglaciali (CASTIGLIONI et Alti, 1979; DRAMIS, 1984).

Al piede delle conoidi citate sono presenti sorgenti che alimentano il torrente Fontana di Carvanno (per es. tra quota 420 e 440).

5. DESCRIZIONE DEGLI AFFIORAMENTI

Come già specificato nel paragrafo 2 le unità morfologiche riconosciute nella zona e modellate in depositi travertinosi sono (fig. 3):

a) *Unità Morfologica di Carvanno* costituita dalle *sub-Unità di Carvanno s.s.* e di *Torre*;

b) *Unità Morfologiche di val del Faeno I e II*;

c) *Unità Morfologica di Fontana di Carvanno - I Prè*.

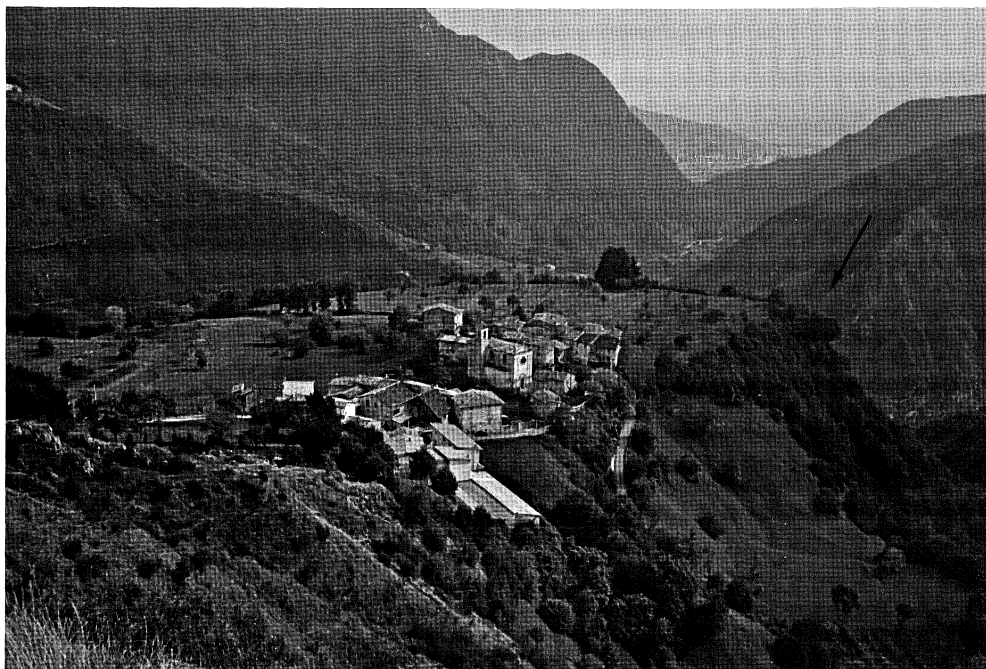


Fig. 7 - *Superficie relitta di Carvanno* (vista da NW). La freccia indica la zona in cui sono state scattate le foto delle figg. 8, 9 e 10. Si notino l'evidenza e l'uniformità della superficie relitta. Sullo sfondo la bassa val Degagna.

5.1. Sub-Unità Morfologica di Carvanno s.s. e versante destro della val Degagna

Tra i corpi travertinosi individuati il più cospicuo, sia arealmente che verticalmente, è ubicato al di sopra del lembo meridionale della superficie relitta di Carvanno (nella zona dell'abitato omonimo) e lungo il versante sud orientale che degrada bruscamente verso la val Degagna.

La porzione superiore di questo affioramento costituisce l'ossatura litologica della *sub-Unità Morfologica di Carvanno s.s.* (figg. 2; 3).

Lo spessore delle litofacies travertinose aumenta, indicativamente, dal margine a monte del ripiano verso la scarpata che delimita l'unità morfologica, sia pur con significative eccezioni: tra queste risalta l'assenza di travertini nella porzione mediana della superficie relitta di Carvanno (figg. 2; 3). Degna di nota è anche la diminuzione di spessore della serie travertinosa presso il margine sud occidentale, a est della sez. n. 1 (figg. 2; 3): in questa zona uno sperone di dolomia sembrerebbe costituire il margine meridionale di un corpo canalizzato, diretto a SSW nella porzione mediana della serie e probabilmente a SW nella parte inferiore.

Lo spessore massimo è stato osservato presso la sez. n. 1 (figg. 2; 5 A; 7) dove raggiunge i 20 m; il contatto dolomia-travertino è posto intorno a q. 540; alla base della serie è presente un livello di conglomerati al di sopra del quale si sviluppano livelli dello spessore di 50/70 cm di travertini fitoclastici/sub-fitoermali, di aspetto vacuolare con ciottoli alla base e localmente anche intercalati. In questi livelli sono state raccolte impronte di foglie (*Salix* sp.; fig. 10) e malacofaune (GIROD, 1986).

Circa a quota 545-550 è presente un canale di erosione diretto S-SSW, colmato da livelli conglomeratici gradati. I livelli più grossolani sono costituiti da ciottoli con spessore massimo di 20 cm e prevalente di 3-5 cm. La matrice è costituita da ghiaietto e sabbia grossolana; il cemento, variamente presente, è travertinoso; i vuoti sono comuni o abbondanti; è diffusamente presente una patina di calcite spatica che «avvolge» i clasti; i ciottoli sono dispersi nella matrice o presentano contatti tangenti. La composizione litologica dei livelli più grossolani, determinata su un campione statistico, è la seguente: dolomia 48%; calcare dolomitico scuro 21%; travertino 12%; calcare grigio-nocciola («Calcare di Zu») 10%; calcari bianco cerei («Corna») 2%. I livelli di minori dimensioni (ghiaietto) sono costituiti da: dolomie e calcari dolomitici 70%; calcare dolomitico bituminoso 15%; calcari grigio-nocciola 10%; travertino 5%. In questi livelli si trovano frequentemente noduli ferro-manganesiferi a struttura concentrica, di dimensioni inferiori a 3 mm (pedorelitti?).

La serie continua con 2-3 m di travertini sub-fitoermali/fitoclastici in livelli maldistinti di 10/30 cm di

spessore, di aspetto vacuolare e con locali intercalazione ghiaiose. A questi ultimi è sovrapposta una placca di travertini compatti a luoghi chiaramente fitoermali (figg. 8; 9) con intercalazioni di lenti sub-fitoermali/fitoclastiche e rari livelletti ghiaiosi.

Il tetto della serie, variamente coperto, assume un aspetto vacuolare.

In base a notizie raccolte in loco, proverrebbero da questa zona i travertini compatti che sono stati utilizzati per la costruzione di elementi architettonici di alcune case di Carvanno (si veda, per esempio, il portale della casa parrocchiale).

Nella zona a meridione dell'abitato i livelli travertinosi presentano una giacitura sub orizzontale o immergeono con debole inclinazione (10° - 25°) verso S/SSE.

All'estremità nord orientale delle medesima sub-Unità morfologica, i travertini immergono verso ESE. Alla base non sono stati osservati livelli conglomeratici analoghi a quelli precedentemente descritti, ma brecce di sola dolomia probabilmente riferibili ad una falda di detrito.

Dall'orlo della scarpata morfologica che delimita la superficie relitta di Carvanno scendono «a cascata» due lingue travertinose che raggiungono quasi il fondo valle, senza apparente soluzione di continuità con i travertini affioranti sul ripiano morfologico. Il limite travertini/dolomia è a luoghi ben evidente, anche per fenomeni di alterazione selettiva; altrove è mascherato invece da copertura variamente estesa (fig. 2). Local-



Fig. 8 - *Travertini di Carvanno.* (v. figg. 5, A; 7). In basso si notano travertini sub-fitoermali/fitoclastici di aspetto vacuolare; seguono travertini compatti, a luoghi fitoermali.



Fig. 9 - *Travertini di Carvanno* (v. fig. 7). Impronte relitte di parti vegetali che manifestano un buon grado di conservazione.

mente alla base dei travertini sono presenti livelli breccioidi di sola dolomia, riferibili a detriti di versante; una di queste situazioni è messa in evidenza dalla sezione di fig. 5, B: sul substrato dolomitico, inclinato di 45°, è impostato un livello stromatolitico dello spessore di 10-20 cm, al di sopra del quale sono presenti 2,5-3 m di breccie monogeniche (di sola dolomia) a stratificazione maldistinta, che tendono progressivamente ad addolcire l'inclinazione del pendio; seguono 2 m ca di travertini sub-fitoermali/fitoclastici, a stratificazione maldistinta, di aspetto vacuolare. Chiude la serie un banco di potenza superiore a 6 m, di travertini prevalentemente compatti.

Altrove, soprattutto più a valle della zona sopra descritta, sono presenti, alla base dei livelli travertinosi, orizzonti conglomeratici costituiti da ciottoli e blocchi di dolomia, «Calcere di Zu» e «Corna», analogamente a quanto evidenziato per la sommità dell'*Unità Morfologica di Carvanno*.

5.2. Sub-Unità Morfologica di Torre

Al di sopra di questa sub-Unità morfologica, parzialmente modellata anche in dolomia, affiorano livelli conglomeratici e breccioidi a matrice travertinosa che, verso l'alto, passano a travertini veri e propri. Il limite inferiore della serie travertinosa, ondulato, è caratterizzato da corpi canalizzati diretti verso S o SSW che localmente delimitano «isole» di dolomia (figg. 2; 3).

Per quanto riguarda la descrizione dei livelli conglomeratici affioranti su questa superficie relitta, si veda il par. 4.1. (Conglomerato poligenico basale).

All'estremità meridionale del ripiano di «Torre», a q. 540 ca, presso il contatto con il substrato dolomitico, questo conglomerato è costituito da ciottoli (5-20 cm) e blocchi (maggiori di 40 cm) arrotondati, la composizione dei quali, determinata su un campione statistico, è la seguente: dolomie e calcari dolomitici («Dolomia Principale» e «Membro di Lumezzane») 52%; Calcere grigio-nocciola («Calcere di Zu») 42%; calcari bianco cerei («Corna») 6%.

A tetto del conglomerato basale sono presenti travertini subfiteermali, da vacuolari a compatti con intercalazioni di livelli sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi, con spessore di 10-30 cm. Chiudono la serie travertini compatti, localmente fitoermali.

Lo spessore della serie è estremamente variabile, risultando compreso tra pochi decimetri ed una decina di metri ca.



Fig. 10 - *Travertini di Carvanno* (v. fig. 7). Impronta di foglia di *Salix* sp. nei travertini compatti.

5.3. Unità Morfologiche di val del Faeno I e II

La descrizione di queste due unità viene trattata congiuntamente in quanto presentano i medesimi caratteri litologici.

Alla base delle litofacies travertinose si trovano livelli conglomeratici monogenici (di sola dolomia) che localmente colmano canali di erosione diretti verso S, incisi nel substatato dolomitico (fig. 2). Seguono livelli travertinosi sub-fitoermali/fitoclastici, tendenzialmente immergenti verso S/SSE. La stratificazione è maldistinta; lo spessore dei livelli è di alcuni decimetri (1-4); alla base dei medesimi sono presenti ciottoli isolati o vere e proprie lenti conglomeratiche a matrice travertinosa e, a luoghi, lingue stromatolitiche. Chiudono la serie bancate a luoghi chiaramente fitoermali, altrove con aspetto compatto. La massima potenza della serie è di circa 10 m.

Sulla sinistra idrografica del torrente Fontana di Carvanno, a q. 480 ca, nel lembo meridionale dell' *Unità Morfologica di val del Faeno II*, è stata osservata una cavità naturale evolutasi all'interno del travertino, che si sviluppa in senso orizzontale per alcuni metri.

5.4. Unità Morfologica di Fontana di Carvanno - I Prè

Si tratta di due distinti affioramenti di depositi travertinosi correlati su base geomorfologica. Il primo è ubicato sulla sinistra idrografica del torrente Fontana di Carvanno, a quote comprese tra 360 e 400 m s.l.m.; il secondo si trova in val Degagna, sulla sinistra idrografica del torrente Agna, a SE di Carvanno, a quote comprese tra 350 e 380 m s.l.m. (figg. 2; 3).

5.4.1. Fontana di Carvanno

Alla base della serie è presente una falda detritica stratificata, della potenza di circa 3 m, impostata sulla dolomia (fig. 5, C); i livelli sono inclinati di circa 30° ed immergono verso meridione. I clasti, a spigoli vivi e prevalentemente isoorientati, sono costituiti da dolomia e, subordinatamente, dai litotipi del «Membro di Lumezzane»; sporadicamente sono presenti ciottoli di travertino. I limiti tra i singoli livelli sono abrupti o chiari.

La forma dei clasti (piatti o tabulari, con spigoli vivi), le caratteristiche granulometriche e strutturali dei depositi di versante suggeriscono che i medesimi si siano evoluti in ambito periglaciale (TRICART, 1967; GUILLEN, 1969 e 1973; CASTIGLIONI et Alii, 1979; WASSON, 1979; DRAMIS, 1983).

A tetto di questa falda detritica stratificata sono presenti circa 3 m di detrito non stratificato grossolano, costituito da ciottoli e blocchi di dolomia e di travertino, a luoghi aventi dimensioni anche superiori a 50 cm. A questi ultimi depositi sono sovrapposti e localmente chiudono la serie, travertini sub-fitoermali/fitoclastici, con locali intercalazioni ghiaiose. L'aspetto è vacuolare-cavernoso; la stratificazione maldistinta.

Alcune decine di metri più a valle della sezione sopra descritta, intorno a quota 370, la successione delle

litofacies è la seguente (fig. 6, D): alla base, direttamente sul substrato dolomitico, affiorano breccie di sola dolomia; è presente poi una bancata di circa 2 m di travertini vacuolari, sub-fitoermali/fitoclastici, con intercalazioni di breccie dolomitiche soprattutto nella porzione inferiore. La stratificazione è maldistinta. Seguono due livelli di travertini stromatolitici, il più basso dei quali chiude a lingua e non si ritrova pochi m più a valle (fig. 6, D).

Ad essi sono sovrapposti travertini vacuolari stratificati con intercalazioni di conglomerati e/o breccie costituiti da clasti di dolomia e calcari dolomitici. Da questo orizzonte provengono reperti malacologici (GRÖD, 1986).

Nella porzione più a monte di questo affioramento sono presenti due livelli di travertini stromatolitici inclinati di 35°-40°, che verso valle chiudono «a lingua» (fig. 6, D). Procedendo verso sud, nell'ambito delle medesima Unità morfologica, si ritrovano travertini vacuolari, prevalentemente a stratificazione maldistinta, soprattutto fitoclastici, con strutture a luoghi laminari; i livelli hanno uno spessore variabile (tra 20 e 50 cm); alla base sono generalmente presenti livelli conglomeratici costituiti da ciottoli sub arrotondati o arrotondati.

Le estreme propaggini della placca travertinosa sono costituite da una serie complessa che verso l'alto passa a travertini compatti localmente fitoermali; chiude la successione un banco di travertini vacuolari a stratificazione maldistinta scarsamente visibili in affioramento.

5.4.2. I Prè

La successione dei livelli travertinosi è impostata su un substrato costituito da «Dolomia Principale» che, lungo la strada della val Degagna, si presenta in strati ben evidenti della potenza di pochi decimetri, immergenti verso E/ENE.

Il limite tra i travertini e la Dolomia è ondulato e condiziona anche lo spessore dei primi. Alla base della serie (fig. 6, E) è presente un conglomerato costituito da ciottoli ben arrotondati «matrix supported», aventi un diametro massimo di pochi decimetri. Il cemento è travertinoso. I ciottoli sono costituiti da dolomia e calcari dolomitici («Dolomia Principale»), calcari grigio-nocciola («Calcare di Zu»), calcari bianco cerei («Cornia»), travertini e ruditi a cemento travertinoso. A luoghi è presente una breccia costituita da soli elementi dolomitici con clasti angolari dispersi nel travertino. Seguono vari metri (oltre 5 nella zona meridionale) di travertini a stratificazione maldistinta, di aspetto compatto e, a tratti, vacuolare.

All'estremità settentrionale di questa Unità morfologica sono presenti alcuni metri di travertini sub-fitoermali/fitoclastici, stratificati (debolmente inclinati verso SE), di aspetto vacuolare.

In questa zona non sono state riconosciute con certezza facies fitoermali, anche se non è escluso che una parte dei travertini compatti possa essere di tale tipo.

È interessante notare che in una paleo vallecola, che divide questa unità morfologica, sovrapposta ai travertini, è stata individuata una complessa serie di depositi colluviali e coltri eoliche (in corso di studio), riferibili probabilmente al Pleistocene sup.

I travertini che formano l'ossatura di questa Unità morfologica sono costituiti da una placca che si raccorda, senza soluzione di continuità litostratigrafica, con le bancate travertinose e conglomeratiche affioranti a SE di Carvanno, lungo il versante vallivo (figg. 2; 3). Ne segue che i travertini che affiorano in questa zona, insieme a quelli presenti sull'Unità Morfologica di Carvanno s.s. (ad una quota più elevata di quasi 200 m), costituiscono un unico corpo litologico: il raccordo tra i litotipi delle due unità avviene per mezzo dei travertini che affiorano lungo il versante della val Degagna, a SE di Carvanno.

6. ANALISI MORFOTETTONICA

La prima fase del lavoro è consistita nell'individuazione degli elementi morfotettonici presenti nella zona in esame, con particolare riguardo a quelli potenzialmente riconducibili, dal punto di vista genetico, a dislocazioni tettoniche.

Per una più particolareggiata descrizione di tali elementi e per specifiche valutazioni sulla loro possibile origine si rimanda ai lavori indicati in bibliografia e soprattutto, al documento: «Proposta per un progetto operativo per l'elaborazione della Carta neotettonica d'Italia» (C.N.R., Roma, 30/11/1976), Progetto Finalizzato Geodinamica, Sottoprogetto Neotettonica.

Nell'area in esame sono stati individuati i seguenti elementi morfotettonici:

a) *Forme relative a crinali* (costituiscono buoni indicatori morfotettonici ma raramente hanno consentito di caratterizzare geometricamente piani di faglia; sono risultate alterate generalmente associate a zone cataclase):

— selle;

— crinali con deviazioni planimetriche;

— rotture di pendenza lungo crinali.

b) *Forme relative a versanti* (in linea di massima costituiscono le forme più facilmente associate a piani di faglia e, con minore frequenza, a zone cataclasate):

— scarpate rettilinee;

— «faccette triangolari»;

— contropendenze;

— asimmetria dei versanti vallivi;

— ruscellamento concentrato e «creep».

c) *Forme relative a corsi d'acqua* (oltre ad essere associate a zone cataclasate ed a piani di faglia le forme «anomale» relative ai corsi d'acqua sono indicative della presenza e del senso di movimenti delle dislocazioni che le determinano, anche se non in maniera univoca):

— gomiti e brusche deviazioni planimetriche;

— discontinuità del profilo longitudinale;

— confluenze controcorrente;

— tratti ad andamento rettilineo;

— tratti in marcata erosione di fondo.

Sulla base degli elementi posti in evidenza è stata individuata una serie di linee che successivamente sono state verificate sul terreno. In questa fase, nella zona direttamente rilevata, sono state messe in risalto anche le zone cataclasate.

I risultati ottenuti sono rappresentati in fig. 11.

Come già esposto al par. 3, l'intensa tettonizzazione ha posto notevoli difficoltà nell'individuazione delle principali linee tettoniche che hanno condizionato l'evoluzione della zona; per questa ragione in fig. 11 sono state riportate solo le faglie che, dall'esame sul terreno, sono risultate caratterizzate dalle migliori evidenze geometriche e/o che presentano elementi morfotettonici più «freschi».

Le principali linee tettoniche sono risultate le seguenti:

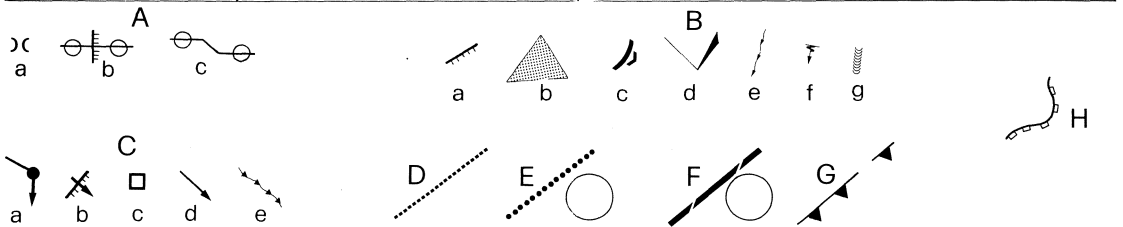
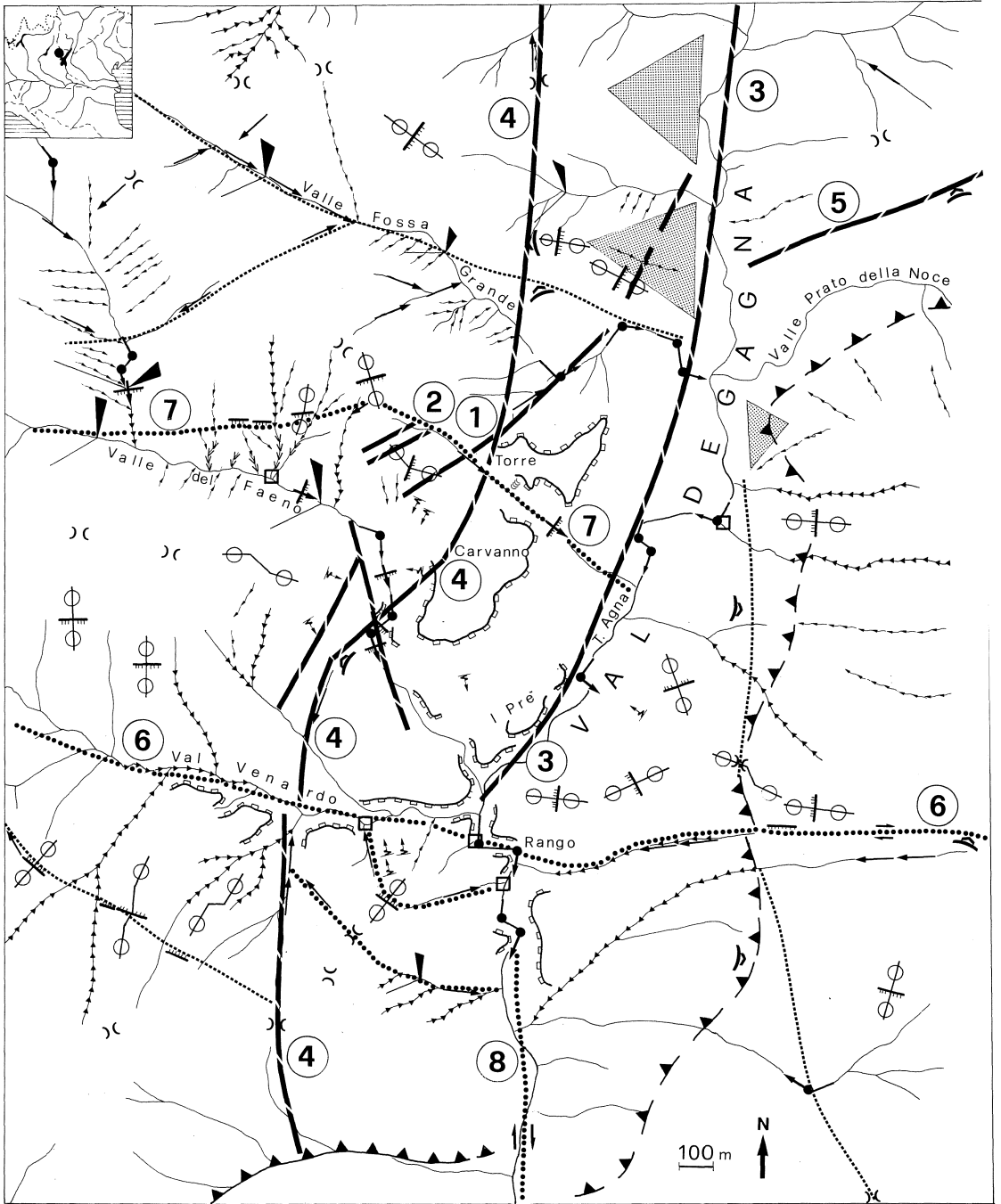
1) *Faglia inversa* a direzione circa N 45°, posta a monte della superficie relitta di Carvanno.

2) *Sistema di faglie inverse*, con direzione N 60°, impostato sulla «Dolomia Principale», a monte della superficie relitta di Carvanno. I piani di faglia rilevati sono costituiti da liscioni inclinati di 70°/80°, con strie verticali e, localmente, gradini che mostrano un innalzamento relativo del settore nord-occidentale. Sono presenti anche zone intensamente cataclasate.

3) *Faglia della val Degagna nord* (a N di loc. «I Prè»). È impostata nella «Dolomia Principale». È caratterizzata da fasce intensamente milonitizzate con fenomeni di ricementazione diffusi. Lungo il suo decorso, nell'ambito della fascia cataclasata sono presenti alcuni specchi di faglia, uno dei quali, molto evidente e «fresco», (subverticale con direzione N 40°), può essere osservato poche centinaia di metri a NE di loc. «I Prè» (fig. 12). L'assenza di striature non permette di stabilire la geometria di questa dislocazione che, comunque, sulla base dell'assetto morfologico dovrebbe delimitare un blocco rialzato a W. Più a nord (fig. 11) sono infatti presenti, lungo il versante destro della valle, alcune «faccette triangolari», la disposizione delle quali avvalorata ulteriormente l'interpretazione di un innalzamento della zona occidentale rispetto a quella sita ad est.

4) *Faglia di Carvanno* (in parte coincidente con un elemento tettonico riportato da BONI et Alii, 1972). Margina a monte la superficie relitta di Carvanno e prosegue, verso N, in val Degagna (vicariante della faglia della val Degagna?). Verso S si spinge fino al fronte di sovrascorrimento, dove si esaurisce. Sembra a sua volta dislocata dalla faglia presunta di val Venardo (v. oltre).

5) *Faglia di Prato della Noce*. Si tratta di un disturbo tettonico composto da più



linee subparallele, con piano circa verticale, che interessano il fianco destro della valle del Prato della Noce.

In fig. 11 è rappresentata anche una serie di faglie presunte:

A) *Faglia di val Venardo*: si tratta di una dislocazione non riconducibile ad un singolo elemento. Lungo il suo decorso si hanno zone cataclaste assai ampie e la roccia in più punti tende a divenire «pulverulenta» (localmente è definita «spolverina»). Dovrebbe assumere un rilevante significato nel quadro morfotettonico della zona in quanto tronca la linea della val Degagna, disloca la linea di Carvanno ed è definita da numerosi elementi morfotettonici (gomiti lungo il torrente Agna, valli rettilinee ed incise, scarpate, contropendenze, ecc.).

Alcuni degli elementi sopracitati indicano per questa faglia, in modo sufficientemente convincente, una componente trascorrente destra (v. anche VERCESI e BISSOLATI, 1983).

B) *Faglia di Torre*: è sita in corrispondenza all'incisione che divide l'Unità Morfologica di Carvanno. Benché definita da significativi e frequenti elementi morfostrutturali, la sua presenza sul terreno non è ben apprezzabile (se non localmente). Può essere ricondotta ad una faglia subverticale con piano immergente circa a sud. La dislocazione che induce dovrebbe essere di ordine metrico.

C) *Faglia della val Degagna Sud*: dovrebbe corrispondere ad una paleolina con carattere trascorrente destro. Disloca il fronte di sovrascorrimento della «Dolomia Principale».

Come «lineamenti», in senso lato, sono stati cartografati quegli elementi per i quali non è stato possibile acquisire dati che permettessero di indicarli come faglie, pur essendo stati ben definiti nella fotoanalisi.

Il rilevamento di numerose sezioni di dettaglio ha permesso di ricostruire lo stile tettonico della zona in esame. La situazione più rappresentativa è quella visualizzata nel profilo di fig. 4.

I disturbi tettonici presenti hanno direzione prevalentemente compresa tra N 50° e N 60°; i piani di faglia sono subverticali o fortemente inclinati (70°/80°) immergendo, in questo caso, verso NW. Nell'insieme evidenziano sollevamenti relativi della porzione nordoccidentale.

Il «Membro di Lumezzane» pur seguendo, nel suo insieme, lo stile tettonico sopra descritto, è intensamente ripiegato. Sulla base delle vergenze delle strutture è evidente una compressione diretta circa S 30° E.

L'assetto tettonico generale raffigurato, in armonia con lo stile della zona, è riconducibile alle fasi orogenetiche alpine e non è, di per sé, indice di movimenti recenti, che tuttavia sembrerebbero esistere, sotto forma di riviviscenza delle faglie sopra citate.

Fig. 11 - *Carta morfoneotettonica*. A) FORME RELATIVE A CRINALI: a) sella; b) rottura di pendenza lungo crinale; c) crinale con deviazione planimetrica. B) FORME RELATIVE A VERSANTI: a) scarpata; b) «faccetta triangolare»; c) contropendenza; d) asimmetria dei versanti vallivi; e) ruscellamento concentrato; f) «creep»; g) smottamento. C) FORME RELATIVE A CORSI D'ACQUA: a) gomito; b) discontinuità del profilo longitudinale; c) confluenza controcorrente; d) tratto ad andamento rettilineo; e) tratto in marcata erosione di fondo. D) LINEAMENTI. E) FAGLIE PRESUNTE. F) FAGLIE. G) FRONTE DI SOVRASCORRIMENTO. H) ORLO DI SCARPATA MORFOLOGICA.

1) Faglia inversa. 2) Sistema di faglie inverse. 3) Faglia della val Degagna nord. 4) Faglia di Carvanno. 5) Faglia del Prato della Noce. 6) Faglia presunta di val Venardo. 7) Faglia presunta di Torre. 8) Faglia presunta della val Degagna sud.

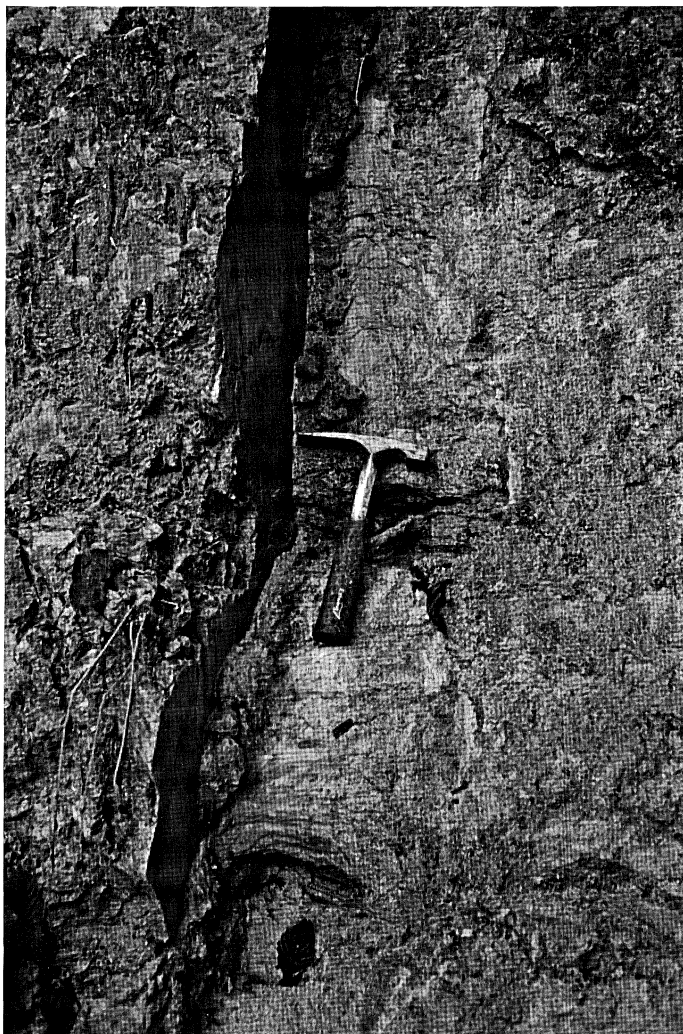


Fig. 12 - Specchio di faglia (Faglia della val Degagna nord).

7. EVOLUZIONE MORFOLOGICA E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nella zona di Carvanno sono stati individuati e descritti depositi travertinosi che, nell'insieme, costituiscono un'unità litostratigrafica ben definita la quale, informalmente, può essere indicata come *Formazione dei Travertini di Carvanno* (Pleistocene sup. - Pleistocene inf.?).

La deposizione dei travertini ebbe inizio in un'epoca nella quale il paleo-torrente Agna defluiva al di sopra dell'attuale superficie relitta di Carvanno, come suggerito dalla presenza (alla base della serie travertinosi) di canali di erosione diretti verso SSW, contenenti conglomerati poligenici di origine fluviale; all'interno di questi ultimi sono riconoscibili ciottoli «*esotici*» di «Corna» e di «Calcarea di Zu»: i calcari liassici («Corna»)

proverrebbero dagli affioramenti presenti sul versante sinistro dell'attuale valle del Prato della Noce, mentre quelli retici («Calcicare di Zu»), oltre che dalla medesima area, potrebbero provenire dall'alta val Degagna (fig. 1). Pertanto la loro presenza al di sopra della superficie relitta di Carvanno suggerisce che siano stati messi in posto da un corso d'acqua facente parte di un reticolato idrografico che doveva essere paragonabile, nelle sue linee essenziali, a quello attuale, ma che doveva trovarsi a quote ben più elevate.

Avvenuta la deposizione dei conglomerati poligenici basali a matrice travertinosa e dei primi livelli di travertini veri e propri al di sopra del paleoalveo del torrente Agna (oggi riconoscibile alla base dell'*Unità Morfologica di Carvanno*), una fase erosiva determinò l'approfondimento della val Degagna. I travertini, dalla superficie di Carvanno, progredirono lungo il versante destro della valle in corso di approfondimento.

Le bancate travertinose, suborizzontali sulla superficie relitta di Carvanno, immergono infatti verso E/ESE con varia inclinazione ($10^\circ/40^\circ$) a valle della medesima, ricoprendo i conglomerati poligenici basali (localmente anche i depositi di versante) e mettendo in evidenza la presenza di apporti idrici da NW.

È opinione diffusa che la formazione di depositi travertinosi sia frequentemente in relazione con la risalita di acque termali (BONI e COLACICCHI, 1966; CIPRIANI et Alii, 1972 e 1978; BUCCINO et Alii, 1979; D'ARGENIO et Alii, 1981 e 1983).

Nel caso di Carvanno, allo stato attuale, non sono disponibili dati che consentano di affermare questa relazione; ciò premesso, qualora analisi chimico fisiche dovessero stabilire che i travertini di Carvanno furono depositi da acque termominerali, è probabile che il sistema di faglie dirette circa SW-NE, posto a monte della superficie relitta di Carvanno (fig. 11), abbia costituito la eventuale via di risalita di tali acque. Il deflusso delle medesime verso SE consentirebbe anche di spiegare la giacitura dei corpi travertinosi: le acque di provenienza nordoccidentale avrebbero infatti favorito la sedimentazione lungo il versante destro della valle, rivestendo il fianco occidentale del paleoalveo del torrente Agna e favorendo l'incisione del solco vallivo nella zona più orientale; ciò consentirebbe anche di giustificare l'asimmetria e l'irregolarità del profilo trasversale della valle in questo tratto, che presenta ripiani morfologici distinti lungo il fianco destro e un versante regolarmente inclinato, su quello sinistro.

Va inoltre sottolineato che il sistema di faglie disposte circa SW-NE è caratterizzato da «freschi» elementi morfotettonici, che sembrerebbero anche in relazione ad una attività relativamente recente, intesa probabilmente come riattivazione di disturbi preesistenti (alpini).

La fase erosiva che portò all'approfondimento della val Degagna potrebbe essere stata innescata da cause tettoniche o da una variazione del livello di base del reticolato idrografico valsabbino o, con maggiore probabilità, da una combinazione di entrambi i motivi.

Riteniamo che la tettonica abbia svolto un ruolo importante in questa fase, sia per la possibile connessione tra la deposizione dei travertini con la probabile risalita di acque termali lungo faglie poste a occidente della superficie relitta di Carvanno, sia per la tendenza al sollevamento della zona marginata a S ed a W, rispettivamente, dalla val Venardo e dalla val Degagna (fig. 11).

Questa attività è in accordo con lo stile tettonico tardo alpino messo in evidenza, per esempio, nella zona del monte S. Bartolomeo di Salò (BONI e PELOSO, 1982; fig. 1) e sembra trovare riscontri anche nelle tendenze evolutive evidenziate nelle fasi successive.

A causa dell'elevata tettonizzazione presente all'interno della «Dolomia Principale» è risultato praticamente impossibile definire, in modo attendibile, il quadro temporale dell'attività tettonica tardiva. I tentativi di ricostruire un modello strutturale neotettonico sono stati vanificati dall'impossibilità di datare con precisione la totalità

delle fasi deposizionali delle litofacies travertinose (v. oltre) e, inoltre, dall'estrema dispersione dei frequentissimi piani striati rinvenuti all'interno della «Dolomia Principale». Pertanto le considerazioni di carattere tettonico («neotettonico») sono state eseguite tenendo soprattutto come riferimento gli elementi morfostrutturali e gli aspetti morfologici.

Pur non potendo portare a dimostrazione dati inoppugnabili, si ritiene che gli elementi fondamentali che controllarono l'evoluzione della zona, durante il Pleistocene, siano da riconoscere nelle faglie della *val Venardo* e della *val Degagna nord* (fig. 11). Come già specificato le caratteristiche di queste due faglie indicano un innalzamento della zona occidentale della *Val Degagna*. Da rilevare, inoltre, che lungo l'asta del torrente *Agna* (a valle della zona in esame, sino alla sua confluenza nel fiume *Chiese*), non si rinvennero elementi morfologici che possano far ritenere possibile l'infossamento del torrente *Agna*, come esclusiva conseguenza di un'azione erosiva regressiva (presenza di forre, soglie o altro).

Il probabile sollevamento della regione posta ad occidente della *val Degagna*, con conseguente riattivazione di alcuni elementi tettonici presenti, innescò un processo di erosione regressiva che avrebbe determinato, oltre all'approfondimento della *val Degagna*, la formazione e/o l'approfondimento anche delle valli laterali (valle del *Faeno*, *val Fossa Grande* e *vallecola* a S di *Torre*; fig. 11).

Successivamente si deposero i travertini di valle del *Faeno* (figg. 2 e 3); nel contempo continuava la sedimentazione dei travertini lungo il versante vallivo a E di *Carvanno* e sulla superficie relitta omonima. L'approfondimento della *val Degagna* sarebbe proseguito senza apparenti interruzioni: l'incisione, infatti, sembra essere avvenuta con continuità fino all'epoca durante la quale si deposero i travertini dell'*Unità Morfologica di Fontana di Carvanno - I Prè*. Ciò sarebbe dimostrato sia dalla giacitura delle bancate travertinose che ricoprono il versante vallivo per circa 200 m di dislivello con un'inclinazione sempre regolare e senza salti morfologici che testimonino periodi di stasi, sia dalla presenza, nei conglomerati basali dell'*Unità Morfologica di Carvanno*, del versante vallivo e dell'*Unità Morfologica de i Prè*, di clasti *esotici* di «*Corna*» e di «*Calcare di Zu*»: questi materiali, provenienti da zone poste molto più a monte di *Carvanno* (fig. 1), in *val Degagna* e nella valle del *Prato della Noce*, sarebbero stati trasportati da un corso d'acqua (corrispondente all'attuale torrente *Agna*) che, nel corso del Pleistocene, avrebbe via via approfondito il proprio alveo.

Dopo l'approfondimento della *val Degagna* fino ad una quota di poco superiore, o quasi coincidente con il substrato dolomitico dell'*Unità Morfologica de i Prè*, seguì una fase di stasi e si depose, nell'incisione del torrente *Fontana di Carvanno*, una falda di detriti stratificati, che si sarebbe evoluta in ambito periglaciale, nel Pleistocene medio.

Successivamente riprese la deposizione dei travertini che costituiscono l'ossatura dell'*Unità Morfologica di Fontana di Carvanno-I Prè*, a SE ed a S del centro di *Carvanno*.

Dopo una ripresa dell'approfondimento della *val Degagna* (fenomeno per il quale dovrebbero aver svolto ancora un certo ruolo le faglie della *val Venardo* e della *val Degagna nord*), nel Pleistocene sup., si deposero le ghiaie fluviali poste intorno a quota 350 ca in *val Degagna* ed in quelle di alcuni affluenti del torrente *Agna*.

Una ulteriore fase erosiva determinò la formazione di vari terrazzi in *val Venardo* ed in *val Degagna*, posti intorno a quota 350.

Una complessa serie stratigrafica evidenziata a tetto dei travertini, presso loc. «*I Prè*», costituita da livelli colluviali e coltri eoliche, mette in evidenza che, dopo la deposizione degli ultimi travertini e di una fase erosiva che ha portato alla formazione dell'*Unità Morfologica di Fontana di Carvanno - I Prè*, in *val Degagna* si instaurò un ambiente periglaciale, presumibilmente connesso con l'ultimo periodo glaciale.

La flora e la fauna contenute nei travertini di *Fontana di Carvanno* potrebbero

essere riferite sia all'epoca postglaciale, sia ad una fase interglaciale (GIROD, comunicazione personale).

Non essendo attribuibili al postglaciale, in quanto ricoperti da coltri eoliche evolute in ambito periglaciale, presumibilmente nel Pleistocene sup., i travertini di Fontana di Carvanno - I Pré sarebbero pertanto stati deposti nell'ultimo interglaciale (figg. 2 e 3).

Ciò sarebbe suggerito anche dalla presenza, alla base dei medesimi travertini, della falda detritica stratificata descritta, che si sarebbe evoluta nel periodo glaciale precedente.

Ne segue che i travertini dell'*Unità Morfologica di Carvanno*, del versante posto a SE di Carvanno e di valle del Faeno, sarebbero stati deposti nel Pleistocene medio e forse anche nel Pleistocene inf.

La flora e la fauna rinvenute a tetto della serie dei travertini dell'*Unità Morfologica di Carvanno*, sono rappresentate da specie di tipo banale, ancor'oggi presenti nella fascia prealpina; l'unica considerazione possibile è che siano attribuibili ad un periodo interglaciale.

L'analisi isotopica eseguita su alcuni campioni di travertino non ha purtroppo fornito dati attendibili; è sperabile che altri tipi di analisi, in corso di esecuzione, consentano di trarre indizi utili sull'età e sulla genesi dei travertini.

Una ultima fase erosiva, olocenica, innescata probabilmente da una variazione del livello di base del torrente Agna (rappresentato dal fiume Chiese) ha portato alla formazione dei terrazzi poligenici della val Degagna posti a quote comprese tra 320 e 340 m ed alla incisione dell'alveo attuale del torrente Agna.

BIBLIOGRAFIA

- BISSOLATI G., 1982 - *Geologia delle formazioni marine post-carniche affioranti sulla riviera benacense da Salò a Fasano del Garda*. Tesi di Laurea, Dipartimento di Scienze della Terra, Sez. Geol.-Paleont., Univ. degli Studi di Pavia.
- BONI A., ARDIGÒ G., CASSINIS G., CAVALLARO E., CERRO A., FUGAZZA F., ROSSETTI R. e ZEZZA F., 1972 - *Carta geologica delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 22, 2 carte alla scala 1:50.000.
- BONI A., e CASSINIS G., 1973 - *Carta geologica delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello (note illustrative della legenda stratigrafica)*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 23:119-157.
- BONI C., e COLACICCHI R., 1966 - *I travertini della valle del Tronto*. Mem. Soc. Geol. It., 5:315-339.
- BONI P., e PELOSIO G.F., 1982 - *Dati sulla Neotettonica dei fogli 34 «Breno», 47 «Brescia» e di parte dei fogli 35 «Riva» e 48 «Peschiera del Garda»*. In: «Contributi conclusivi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia», C.N.R., pubbl. 506 del P.F. Geodinamica: 189-208.
- BONOMINI C., 1915 - *Studio geologico Vobarno-Idro in val Sabbia*. Boll. Soc. Geol. It., 34 (1): 137-160.
- BONOMINI C., 1922 - *Studio geotettonico dei dintorni di Teglie*. Comm. Ateneo Brescia per il 1921: 54-71.
- BONOMINI C., 1929 - *Escursioni geologiche attraverso la val Degagna*. Comm. Ateneo Brescia per il 1928: 105-141.
- BUCCINO G., D'ARGENIO B., FERRERI V., BRANCACCIO L., FERRERI M., PANICHI C. e STANZIONE D., 1979 - *I travertini della Bassa valle del Tanagro (Campania). Studio geomorfologico, sedimentologico e geochimico*. Boll. Soc. Geol. It., 97 (1978): 617-646.
- CADROBBI M., PASA A. e TREVISAN L., 1948 - *Carta Geologica delle Tre Venezie, 1:100.000 F° 35, Riva*. Uff. Idr. Mag. Acque Venezia.
- CAILLEUX A., 1963 - *Processus supranivaux et grèzes litées*. Biuletyn Peryglac., 12: 145.
- CASSINIS G., 1980 - *Motivi strutturali emersi da un profilo condotto nelle Prealpi Bresciane, tra il passo di Croce Domini e Salò*. Rend. Soc. Geol. It., 2 (1979): 13-14.
- CASTIGLIONI G.B., GIRARDI A., SAURO U. e TESSARI F., 1979 - *Grèzes litées e falde detritiche stratificate di origine crionivale*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 2: 64-82.
- CIPRIANI N., ERCOLI A., MALESANI P. e VANNUCCI S., 1972 - *I travertini di Rapolano Terme (Siena)*. Mem. Soc. Geol. Ital., 11: 31-46.

- CIPRIANI N., MALESANI P. e VANNUCCI S., 1978 - *I travertini dell'Italia Centrale*. Boll. Serv. Geol. It., 98 (1977): 85-115.
- D'ARGENIO B., FERRERI M., FERRERI V. e STANZIONE D., 1981 - *Travertins of southern Italy. Texture, geochemistry and sedimentary model*. Abstract 2nd Eur. Reg. Meet., I.A.S.: 43-46.
- D'ARGENIO B., FERRERI V., STANZIONE D., BRANCACCIO L. e FERRERI M., 1983 - I travertini di Pontecagnano (Campania): geomorfologia, sedimentologia, geochimica. Boll. Soc. Geol. It., 102 (2): 123-136.
- DRAMIS F., 1983 - *Morfogenesi di versante nel Pleistocene superiore in Italia: i depositi detritici stratificati*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 6 (2): 180-182.
- GIROD A., 1986 - *La malacofauna dei travertini di Carvanno (Brescia)*. Natura Bresciana, 22 (1985), in stampa.
- GONFIANTINI R., PANICHI C. e TONGIORGI E., 1968 - *Isotopic disequilibrium in travertine deposition*. Earth Plan. Sc. Lett., 5:55-58.
- GUILLEN Y., 1953 - *Interprétation générale des grèzes litées*. Bull. Soc. Géol. France, 6 (3): 713-721.
- GUILLEN Y., 1969 - *La dynamique des grèzes litées*. «Livret guide de l'excursion A4, 8° Congr. INQUA», Paris: 58-59.
- MALESANI P. e VANUCCI S., 1975 - *Precipitazione di calcite o di aragonite dalle acque termominerali in relazione alla genesi e all'evoluzione dei travertini*. Rend. Acc. Naz. Lincei, VIII, 63: 761-776.
- MANFRA L., MASI U. e TURI B., 1976 - *La composizione isotopica dei travertini del Lazio*. Geol. Rom., 15: 127-174.
- SACCO F., 1896 - *L'anfiteatro morenico del Lago di Garda*. Studio geologico. Ann. R. Acc. Agric., 38: 1-54.
- TRICART J., 1967 - *Le modelé des régions périglaciaires*. In «TRICART J. e CALLEUX A., Traité de Géomorphologie» 2, Paris, Sedes Ed.
- VERCESI P.L. e BISSOLATI G., 1983 - *Paleogeografia liassica tra Vobarno ed il Monte Spino (Bresciano orientale)*. Rend. Soc. Geol. It., 5 (1982): 109-114.
- WASSON R.J., 1979 - *Stratified debris slope deposits in the Hindu Kush, Pakistan*. Zeitsch. Geomorph., n.s., 23: 301-320.

Indirizzo degli Autori:

CARLO BARONI, Museo Civico di Scienze Naturali, Via Ozanam, 4. 25128 - Brescia.

PIER LUIGI VERCESI, Dipartimento di Scienze della Terra, Sez. Geol. - Paleont., Corso Strada nuova, 65. 27100 - Pavia.