

FABIO FORTI

STUDIO GEOMORFOLOGICO DEI «FORI DI DISSOLUZIONE» NELLE CARBONATITI CALCAREE DEL CARSO TRIESTINO

(Lavoro eseguito con il contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche)

RIASSUNTO

Nel quadro delle ricerche di geomorfologia carsica nelle rocce carbonatiche affioranti sul Carso Triestino, condotte secondo i criteri del metodo integrale, è interessante lo studio della genesi e della morfologia dei «fori di dissoluzione» che appartengono al gruppo delle «piccole forme di corrosione». Dopo un breve cenno sui precedenti lavori sull'argomento, vengono descritti gli aspetti morfologici e genetici di questi «punti carsici», formati per dissoluzione localizzata in corrispondenza di fessure su superfici rocciose affioranti, in genere calcari molto compatti. Viene fatta rilevare, infine, la differenza tra queste forme carsiche, determinate da «corrosione frontale» e le altre microforme carsiche determinate da «corrosione dorsale».

SUMMARY

In the frame of the geomorphological karst research which was carried out following the criteria of the integral method in the carbonatic rocks in the Trieste Carso the study of the origin and the morphology of the «dissolution holes» belonging to the group of «small corrosion forms» is of particular interest. After having briefly mentioned the previous studies on this topic the morphological and genetical aspects of these «karst points» are described. They were produced by the dissolution occurred in correspondence of joints on outcropping rock surfaces in general very compact calcium carbonates. Finally, the difference between these karst forms brought about by «frontal corrosion» and the other karst micro-forms, caused by «ridge corrosion», is pointed out.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der geomorphologischen Forschungen, die über die im Triestiner Karst zutage kommenden Carbonatfelsen nach den Kriterien der Integralmethode durchgeführt wurden, ist die Untersuchung des Ursprungs und der Morphologie der «Zersetzungslöcher» von besonderem Interesse; diese «Löcher» gehören zur Gruppe der «kleinen Korrosionsformen». Nach einem kurzen Hinweis auf die vorhergehenden Studien über dieses Thema werden die morphologischen und genetischen Aspekte dieser «Karstpunkte» besprochen; dieselben entstanden infolge der Zersetzung, die in Zusammenhang mit den Rissen steht, die in zutage kommenden im allgemeinen sehr kompakten Kalksteinen aufgetreten sind. Schliesslich wird der Unterschied betont zwischen diesen Karstformen, die von «Stirnkorrosion» verursacht wurden, und anderen Karstmicroformen, die auf die «Rückenkorrosion» zurückgehen.

Nell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Trieste sono da tempo in corso ricerche sui fenomeni carsici, tra i quali le «piccole forme di corrosione», che interessano le carbonatiti del Carso Triestino (1). Tali ricerche sono condotte secondo il criterio del cosiddetto metodo integrale da me introdotto ed illustrato in precedenti lavori. (Forti F. & Tommasini T. (1965, 1967); Forti F. (1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1972 a).

Tra le «piccole forme di corrosione» particolare interesse rivestono i «fori di dissoluzione», per la loro genesi, evoluzione e caratteristiche morfologiche.

* * *

I «fori di dissoluzione» sono forme carsiche accertate in vari litotipi carbonatici calcarei del Carso Triestino; rappresentano un interessante fenomeno microcarsico che avviene in corrispondenza di una soluzione di continuità della roccia (fessura), per «corrosione frontale», dovuta a prevalente «solubilità dinamica». Essi rappresentano inoltre un termine di passaggio dai fenomeni carsici epigei a quelli ipogei.

Nel presente lavoro vengono inoltre studiati i rapporti genetici tra i «fori di dissoluzione» e le cavità «a pozzo».

La presente indagine si propone di dimostrare che le rocce in questione hanno grado di dissoluzione diverso a seconda che i fenomeni carsici si presentano in forma di «corrosione dorsale» oppure di «corrosione frontale» nel significato di Aubert D. (1969); (la prima in forma di «solubilità statica», la seconda in forma di «solubilità dinamica», nel significato di Castany G. (1967)).

LE PRECEDENTI CONOSCENZE

Nella letteratura carsica i «fori di dissoluzione» sono poco conosciuti. Segre A. G. (1948) dove tratta del «microcarsismo», accenna alla presenza di «terebrazioni canalicolari» o «fori tubolari» concentrati nelle «plaghe più calcarifere». Secondo l'A. si tratterebbe di una corrosione operata da associazioni di vegetali inferiori o radici e particolarmente favorita dalla condensazione dell'umidità atmosferica sulle rocce, nonché dalla lunga permanenza del manto nivale in stato di fusione nelle zone più alte. Da ciò si deduce che l'A. non rileva nella genesi dei «fori di dissoluzione» l'importanza delle acque piovane che nella zona sono l'elemento meteorico più frequente. Anche Cusin J. (1957) attribuisce la genesi dei fori più piccoli all'opera di radichette. Anelli F. (1959) li chiama «terebrazioni canalicolari» ritenendoli fori più o meno profondi originati da acque di infiltrazione o di condensazione sui terreni carsici. Bögli A. (1960) in un importante lavoro sulla «Kalklösung und Karrenbildung» ma limitato alle forme carsiche di corrosione presenti nei Carsi d'alta montagna, non accenna minimamente al fenomeno. Gams I. (1971) descrive brevemente i «fori di dissoluzione» da lui chiamati «Skalne luknje»; secondo questo A. si tratta di corrosioni di diametro

(1) Ringrazio il prof. Giulio Antonio Venzo, Direttore dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Trieste, per i consigli e la lettura critica del lavoro ed il dott. Furio Ulcigrai, professore incaricato di geologia stratigrafica presso la Facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali dell'Università di Trieste, per la revisione del lavoro.

variabile da pochi centimetri fino a qualche decimetro: nelle forme più piccole ha constatato che la loro genesi è condizionata dalla presenza di una frattura talvolta visibile ai due lati del foro stesso. Spesso i fori hanno avuto origine all'incrocio di due fratture; secondo Gams I. i fori hanno sezione ellissoidale, rotondeggiante, spesso anche perfettamente cilindrica. In alcune forme non è più possibile distinguere la frattura primaria attraverso la quale l'acqua è penetrata nella roccia, allargando progressivamente la fessura e successivamente riempiendola di terreno argilloso. L'A. afferma che questi fori sono presenti su superfici rocciose, secondo tutte le direzioni della fratturazione e che possono formarsi anche sotto manto terroso di copertura; avendone rilevati di sicura genesi sottocutanea su blocchi di roccia scavati dai villici per preparare un terreno arativo.

I «FORI DI DISSOLUZIONE»

Vengono così chiamati dei «punti carsici» su superfici rocciose carbonatiche di affioramento, formatesi per dissoluzione in corrispondenza di una soluzione di continuità della roccia (fessura) inizialmente non necessariamente beante. Si tratta di fori aventi diametro variabile da alcuni cm ad 1 m, che penetrato nella massa rocciosa con inclinazioni che seguono l'andamento della fessurazione. Hanno forme variabili da quella subcilindrica alla subvoidale e si spingono in profondità da pochi cm ad alcuni metri. Nelle forme più ampie (percorribili dall'uomo) possono essere paragonati a dei veri e propri «pozzi carsici» (2).

Si trovano isolati o allineati lungo una fessura, oppure fusi per coalescenza gli uni con gli altri in modo da costituire delle forme di dissoluzione continue e allungate, anche di alcuni metri. Anche in questo caso sono ancora sempre riconoscibili i «fori» iniziali che successivamente si sono progressivamente fusi.

Nelle forme più piccole (pochi cm) sono suddivisibili in due gruppi: forme epigee e forme sottocutanee; queste ultime studiate diffusamente da Gams I. (1971) possono essere considerate «simili» alle forme epigee, soltanto morfologicamente: la loro genesi infatti è completamente differente.

Il presente lavoro considera solamente le forme epigee, presenti su superfici rocciose di affioramento; tali forme fanno parte del gruppo delle «piccole forme di corrosione».

CONDIZIONI GEOLITOLOGICHE

I «fori di dissoluzione» sono stati rilevati in quasi tutti i litotipi carbonatici del Carso Triestino, soprattutto laddove affiorano calcari molto compatti, bene e potentemente stratificati (micriti, micriti fossilifere, micriti intraclastiche); sono invece meno diffusi nelle biomicriti e nelle bioclastiti e quasi assenti nelle lito e biocalciruditi.

Nei calcari compatti i «fori di dissoluzione» hanno forme subcilindriche o subvoidali regolari, talora perfette; nei calcari ricchi di resti organici le forme sono invece molto irregolari. Questa differenziazione morfologica è dovuta principalmente al fatto che nei calcari compatti la dissoluzione carsica procede in ge-

(2) Di norma non vengono considerati tali nei Catasti Speleologici delle cavità di una determinata Regione, perchè sono poco profondi e di nessun interesse speleologico.

nerale uniformemente in corrispondenza di una soluzione di continuità della roccia; mentre nelle biomicriti la frattura stessa ha di norma un andamento irregolare-sinuoso, determinato dalla natura organogena della roccia; in secondo luogo si assiste sempre ad una dissoluzione differenziata tra resti organici e cemento di fondo.

Nei calcari molto compatti ma poco o punto fessurati, i «fori di dissoluzione» sono quasi assenti, eccezion fatta per alcuni larghi ed irregolari in corrispondenza di alcuni punti di vero e proprio drenaggio epigeo delle acque meteoriche provenienti dagli affioramenti rocciosi circostanti. Nei calcari molto compatti e poco fessurati le «piccole forme di corrosione» sono praticamente solo quelle legate alla «corrosione dorsale», quali «vaschette di corrosione», «Rillenkarrren», «Rinnenkarrren», cioè forme determinate o dalla dissoluzione localizzata (vaschette) o dall'azione di scorrimento superficiale delle acque meteoriche sulle superfici rocciose di affioramento. Si tratta in altre parole di forme che sono tutte largamente presenti in quelle morfologie carsiche epigee comprese nel termine di «Karrrenfeld» (campo solcato). Questo fatto dimostra inoppugnabilmente che i «fori di dissoluzione» sono legati essenzialmente a scorrimenti idrici verticali che si instaurano in corrispondenza di piani di fessurazione della compagine rocciosa.

Infatti sul Carso Triestino la maggiore frequenza di «fori di dissoluzione» è rilevata sui Calcari Terziari, in corrispondenza della flessura marginale dell'Altopiano del Carso Triestino, laddove la fessurazione presenta la massima intensità.

GENESI DEI «FORI DI DISSOLUZIONE»

L'origine dei «fori di dissoluzione» è senz'altro puntiforme ed è determinata anche da quantità d'acqua piovana minime, purchè riescano a infiltrare, con moto laminare, in un qualsiasi punto di una fessura. Una volta iniziato questo drenaggio, lento nella fase iniziale e man mano più veloce quando le acque di circolazione nella fessura passano progressivamente da un moto laminare ad uno sempre più turbolento, si assiste ad un rapido approfondimento del foro stesso. La forma subcilindrica o subvoidale dei «fori» è determinata dal «punto di richiamo» delle acque piovane presenti nelle immediate vicinanze del foro. Se il foro viene a trovarsi sulla direttrice di un «solco di dissoluzione» (Rinnenkarrren), riceve ovviamente una maggiore quantità d'acqua ed il suo allargamento ed approfondimento procederà molto più rapidamente; il «foro» però in questo caso assumerà forme sempre più irregolari ed avrà il ruolo di un vero e proprio «microinghiottitoio».

Lungo un piano di una fessura possono esservi più «fori», ovviamente allineati; il fenomeno si osserva molto bene sulle superfici di strati, su banchi calcarei o su semplici massi e blocchi di affioramento.

Mentre nelle «vaschette di corrosione» — Forti F. (1972 a) la dissoluzione carsica prevalente è quella che conduce al loro allargamento, risultando minima la componente dell'approfondimento, nei «fori di dissoluzione» avviene esattamente il contrario, cioè si registra un rapido approfondimento per «corrosione frontale» e lento allargamento del diametro del foro stesso.

Queste due forme carsiche rappresentano dunque i due modelli estremi della dissoluzione delle rocce carbonatiche dalle quali si possono derivare tutte le piccole e le grandi forme carsiche, siano queste epigee che ipogee. Esse sono conseguenza di due diverse modalità di corrosione: le «vaschette» sono dovute

ad una «solubilità statica», i «fori» ad una «solubilità dinamica». Inoltre i «fori di dissoluzione» rappresentano il termine di passaggio dai fenomeni carsici epigei a quelli ipogei; infatti, morfologicamente essi appartengono al gruppo delle «piccole forme di corrosione» epigee ma hanno la stessa genesi dei «pozzi carsici» veri e propri.

I «fori di dissoluzione» penetrano nella massa rocciosa per profondità variabili da pochi cm ad alcuni metri, fino all'incontro con una superficie di discontinuità suborizzontale (giunto di strato, diversa compattezza o costituzione della roccia sottostante) che interrompe bruscamente la «corrosione frontale».

Si possono rinvenire «fori» anche molto al di sotto della superficie di affioramento attuale. Sono stati infatti frequentemente rilevati «fori di dissoluzione» sulla volta, al suolo e sulle pareti, di cavità carsiche. Queste forme però, anche se geneticamente simili a quelle di superficie, non possono essere più considerate delle forme epigee. La stessa differenza del resto si riscontra tra i «Rinnenkarren» (forma epigea) ed i «Höhlenharren» (forma ipogea), ossia relativamente alle solcature presenti sulle pareti delle cavità, dovute allo scorrimento delle acque, con forme del tutto simili alle esterne, che sono definite con un nome diverso.

A stretto rigore, anche per i «fori di dissoluzione», si dovrebbe considerare epigea solamente la parte che corrisponde al foro d'ingresso, infatti, la parte più interna dovrebbe essere considerata ipogea, poichè tra «fori» e «pozzi» non sussiste una differenza genetica ma soltanto dimensionale: per dare origine ad un «foro di dissoluzione» è sufficiente una sola fessura presente nella roccia, mentre per un pozzo carsico, è necessaria la presenza di un sistema più o meno complesso di fratture.

CASI PARTICOLARI

In relazione a quanto sopra esposto sulle differenze genético-morfologiche tra i «fori di dissoluzione» e le «vaschette di corrosione», esistono «fori di dissoluzione» che hanno come origine una «vaschetta di corrosione». La sequenza genetica di tale fenomeno è la seguente: il fondo di una vaschetta, per progressivo abbassamento determinato da una lenta dissoluzione, raggiunge un substrato roccioso meno compatto e molto fessurato; si instaura in tal modo una condizione di equilibrio diversa, si passa cioè da una fase di «solubilità statica» ad una di «solubilità dinamica» a causa delle perdite d'acqua sul fondo della «vaschetta», in corrispondenza di soluzioni di continuità subverticali della roccia. Ha così origine un «foro di dissoluzione» dalle forme alquanto irregolari.

Questi «fori di dissoluzione» sono però di genesi secondaria, nel senso che hanno avuto origine in conseguenza di un altro fenomeno microcarsico preesistente. Pertanto, pur presentando una morfologia analoga ai fori di origine primaria, debbono essere considerati come a se stanti.

CONCLUSIONI

Lo studio dei «fori di dissoluzione» ha contribuito a chiarire i rapporti esistenti tra i fenomeni microcarsici determinati dalla «corrosione dorsale» (vaschette di corrosione, Rillenkarren, ecc.) e quelli determinati dalla «corrosione frontale». Il primo gruppo di fenomeni avviene su superfici rocciose calcaree affioranti,

molto compatte ed è dovuto a lenta dissoluzione. Il secondo gruppo si rinviene in corrispondenza di soluzioni di continuità della roccia (fessure, fratture) e determina una graduale suddivisione a blocchi delle superfici rocciose di affioramento.

I «fori di dissoluzione» inoltre si possono considerare forme microcarsiche geneticamente simili ai «pozzi carsici», che appartengono, come è noto, al gruppo delle forme macrocarsiche.

Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Trieste,
febbraio 1973

NOTE BIBLIOGRAFICHE

- ANELLI F. (1959) - *Nomenclatura italiana dei fenomeni carsici*. Le Grotte d'Italia, ser. 3, Vol. 2, (1957-58), 5-36 pp., Trieste.
- AUBERT D. (1969) - *Phénomènes et formes du Karst jurassien*. Eclogae Geol. Helv., Vol. 62, (2), 325-399 pp., 44 ff., 4 tt., Bâle.
- BÖGLI A. (1960) - *Kalklösung und Karrenbildung*. Zeit. F. Geomorph., Suppl. 2, 4-21 pp., 3 ff., 9 tt., Berlin.
- CASTNY G. (1967) - *Traité pratique des eaux souterraines*. Dunod, Paris, 661 pp.
- CUSIN J. (1957) - *Formes d'alteration des calcaires dans le sol près de Blois*, Rev. de Géomorph. dynam., Vol. 7, (9-10), Paris.
- FORTI F. & TOMMASINI T. (1965) - *Il «Carso del Monte Spaccato». Osservazioni di geomorfologia carsica in rapporto con la litostratigrafia e tettonica*. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», Vol. 4, (1964), 29-77 pp., Trieste.
- FORTI F. & TOMMASINI T. (1967) - *Una sezione geologica del Carso Triestino. Osservazioni di geomorfologia carsica in rapporto con la litostratigrafia e la tettonica eseguite lungo una sezione trasversale all'andamento assiale del Carso Triestino, dal Monte Lanaro alla località Cedas*. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», Vol. 6, (1966), 43-139 pp., Trieste.
- FORTI F. (1968) - *La geomorfologia dei dintorni di Slivia (Carso Triestino), in rapporto alla litologia ed alla tettonica*. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», Vol. 7, (1967), 23-61 pp., Trieste.
- FORTI F. (1969) - *Particolari forme carsiche del Carso Triestino, corrosioni e concrezioni asimmetriche*. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», Vol. 8, (1968), 47-51 pp., Trieste.
- FORTI F. (1970) - *Osservazioni su alcuni casi di fenomeni paracarsici riscontrati alla base delle dolomie di età norica delle Cime delle Rondini (Alpi Giulie Occidentali) (Alpi Meridionali)*. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», Vol. 9, (1969), 65-76 pp., Trieste.
- FORTI F. (1971) - *Fenomeni paracarsici nelle Dolomie Noriche sull'Altopiano della Gardenaccia (Dolomiti Occidentali)*. St. Trent. Sc. Nat., Sez. A. Vol. 43, (2), 339-364 pp., Trento.
- FORTI F. (1972) - *Proposta di una scala di carsificabilità epigea nelle carbonatiti calcaree del Carso Triestino*. Atti Museo Civ. St. Nat. Trieste, Vol. 28, (1), (1972) (3), 67-100 pp., Trieste.
- FORTI F. (1972 a) - *Le «vaschette di corrosione». Rapporti tra geomorfologia carsica e condizioni geolitologiche delle carbonatiti affioranti sul Carso Triestino*. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», Vol. 11, (1971), 37-65 pp., Trieste.
- GAMS I. (1971) - *Podtalne Kraške oblike*. Geogr. vest., Vol. 43, 27-45 pp., Ljubljana.
- SEGRE A. G. (1948) - *I fenomeni carsici e la speleologia del Lazio*. Ist. Geogr. Univ. Roma, ser. A, (7), 239 pp., Roma.



FIG. 1 — «Foro di dissoluzione» subvoidale impostato su di un'unica fessura (non visibile nella foto), nei calcari grigi molto compatti, scarsamente fossiliferi, (gruppo dei «Calcari di Aurisina»). Nella zona di Samatorza, verso S. Croce.



FIG. 2 — «Fori di dissoluzione» da stratificazione suborizzontale. Il loro allineamento è sui sistemi di fessurazione; nella parte destra della foto, la fusione per coalescenza di due fori. Nei calcari molto compatti, scarsamente fossiliferi del gruppo dei «Calcari di Aurisina». Nella zona a S di Monrupino.



FIG. 3 — Allineamento e coalescenza di «fori di dissoluzione». Sono visibili in alcuni casi il prolungamento della fessura ai due lati del foro. Si noti il costante allineamento dei «fori» sulla fessurazione, qui subparallela. Nei calcari grigio-nocciola abbastanza compatti, fossiliferi, ricchi di resti di Foraminiferi. Nei calcari terziari, appartenenti al gruppo dei «Calcari ad Alveoline». Nella zona di Monte Stena. Sopra la Val Rosandra.

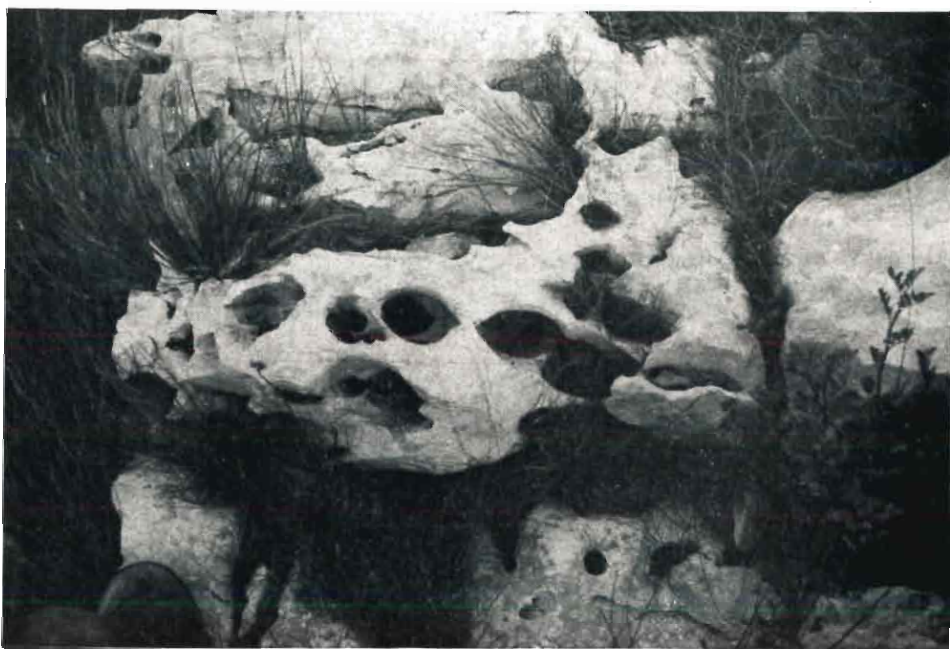


FIG. 4 — Piccolo affioramento cariato da «fori di dissoluzione». Nei calcari grigio-nocciola, abbastanza compatti, fossiliferi a Foraminiferi. Calcari terziari, appartenenti al gruppo dei «Calcari ad Alveoline». Nella zona di Monte Stena. Sopra la Val Rosandra.

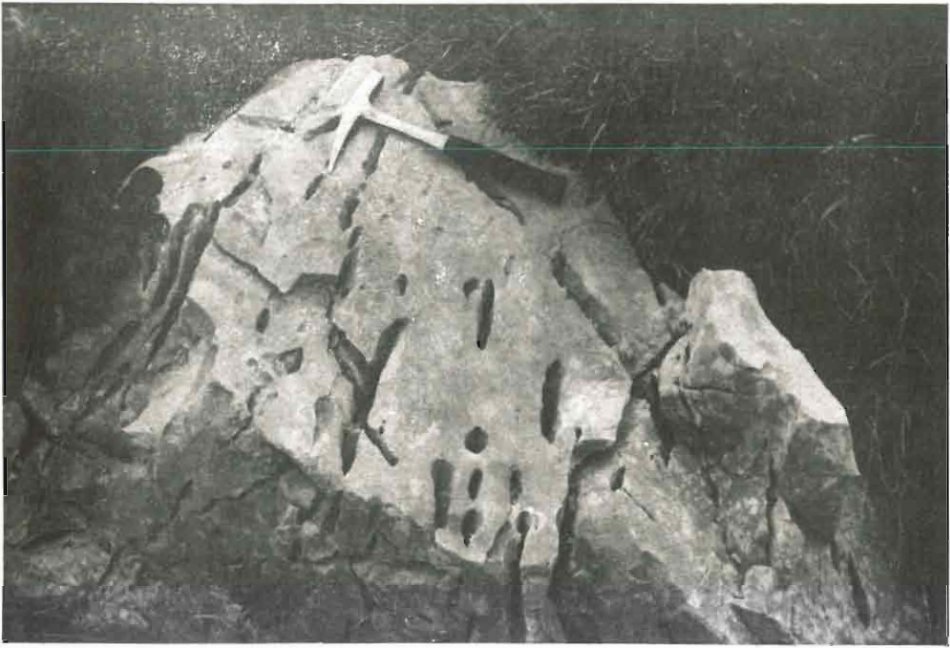


FIG. 5 — Affioramento di testata di strato fessurata. L'allineamento è sempre subparallelo. Si noti la coalescenza dei «fori di dissoluzione». Nei calcari grigio-nocciola, abbastanza compatti, fossiliferi a Foraminiferi. Calcari terziari, appartenenti al gruppo dei «Calcari ad Alveoline». Nella zona di Monte Stena. Sopra la Val Rosandra.



FIG. 6 — Affioramenti rocciosi di pendio con «Rillenkaren» e «fori di dissoluzione» allineati che hanno dato luogo a zone di marcata dissoluzione. Nei calcari grigi molto compatti, scarsamente fossiliferi, appartenenti al gruppo dei «Calcari di Aurisina». Nella zona di Samatorza, verso S. Croce.



FIG. 7 — Solchi di dissoluzione molto marcati allineati secondo il sistema di fessure subparallele, derivati dalla coalescenza di più «fori di dissoluzione». In un affioramento roccioso di pendio. Nei calcari grigi molto compatti, potentemente stratificati e scarsamente fossiliferi, appartenenti al gruppo dei «Calcari di Aurisina». Nella zona di Samatorza, verso S. Croce.

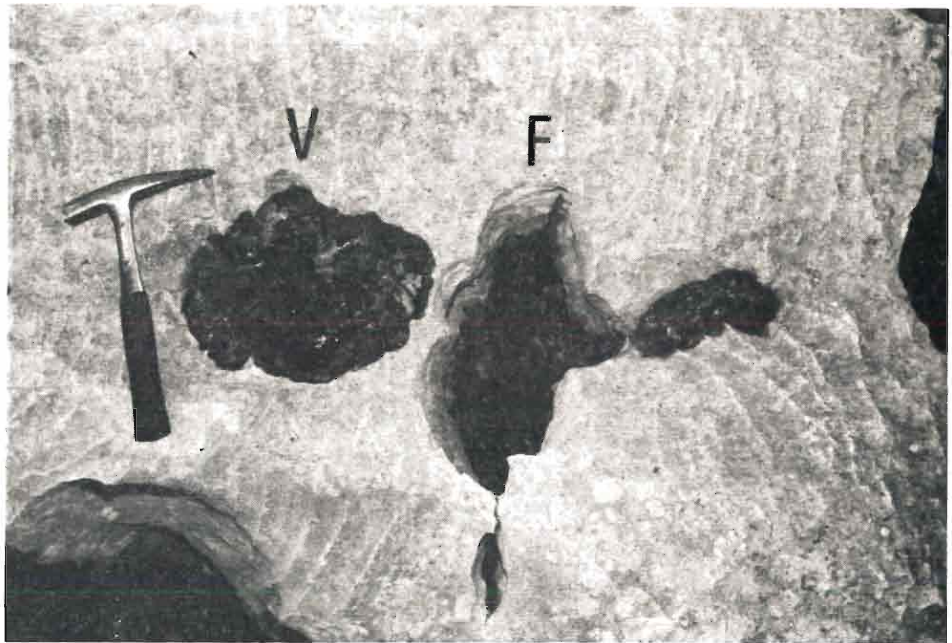


FIG. 8 — «Vaschetta di corrosione» (V) e «foro di dissoluzione» (F) derivato quest'ultimo dallo sfondamento per dissoluzione del fondo di una «vaschetta», in corrispondenza di un substrato roccioso meno compatto e più fessurato. Nei calcari grigi, compatti a Foraminiferi e frammenti di Rudiste, appartenenti al gruppo dei «Calcari di Aurisina». Nella zona dei «Campi solcati» di Borgo Grotta Gigante.