

FABIO FORTI

## METODOLOGIA PER LO STUDIO DELLA DISSOLUZIONE CON IL SISTEMA DELLA MISURA CON MICROMETRO

### RIASSUNTO

Dopo aver svolto alcune considerazioni generali sulla dissoluzione carsica, condizionata dalla «solubilità statica» e dalla «solubilità dinamica», viene affrontato il problema del grado di incarsimento di un complesso roccioso. Per poter misurare l'abbassamento delle superfici carsiche viene proposto l'uso di un apposito micrometro e descritte le modalità del suo funzionamento.

Sono state scelte 9 stazioni sul Carso Triestino in diverse condizioni geolitologiche, esposizione topografica di versante, esposizione climatica e quota. Dopo due anni di misure, vengono indicati i primi risultati ottenuti considerando che il valore medio della dissoluzione può di massima essere valutato in 0,0285 mm/anno.

### ZUSAMMENFASSUNG

Zuerst wurden einige Überlegungen allgemeiner Art über die «Statische Lösung» und die «Dynamische Lösung» im Karst angestellt. Dann wurden diese Überlegungen mit dem Problem des Grades der Verkarstung in einem grösserem Gebiet korreliert. Um die exakte Karstabtragung durch die Lösung festzustellen, wurde ein spezieller Mikrometer konstruiert, dessen Wirkungsweise genau beschrieben ist.

Man wählte neun verschiedene Stellen im Triestiner Karst, die unterschiedliche Seehöhe und Hangexposition, sowie geologische und klimatische Verhältnisse besaßen. Nach nunmehr zweijähriger Dauer der Messungen konnte der Mittelwert der Lösung mit 0,0285 mm pro Jahr festgestellt werden.

Der Tabelle am Ende dieser Arbeit kann man die exakten Werte der einzelnen Punkte entnehmen, ebenso die Niederschlagswerte und die Mittelwerte des Karstabtrages.

### P R E M E S S A

Nell'ambito dello studio del carsismo delle rocce carbonatiche, uno dei temi più importanti è la quantificazione della dissoluzione. I fenomeni carsici, in particolare quelli epigei, hanno dei tempi evolutivi dipendenti da alcuni fattori che così possono sintetizzarsi: variazioni litologiche e variazioni climatiche. Questi sono gli elementi in discussione per una valutazione quantitativa in tempi assoluti.

Viene così riproposto un metodo di lavoro per misurare la dissoluzione carsica nel tempo, facendo presente che tale sistema era già stato adottato in Inghilterra con una metodologia consimile e ripreso in seguito da studiosi jugoslavi.

La Commissione Grotte «E. Boegan» della Società Alpina delle Giulie, Sezione di Trieste del CAI, ha inteso di riprendere queste ricerche integrandole con altre in corso presso l'Istituto di Geologia e Paleontologia della Università di Trieste (1).

## CONSIDERAZIONI GENERALI

E' noto che gli effetti della dissoluzione carsica sostanzialmente si verificano secondo diverse cause e fattori e precisamente:

- 1 - Effetto della «solubilità statica» da cui deriva una «corrosione dorsale» tipica del carsismo di superficie che produce delle «morfologie epigee» ed in particolare le «piccole forme di corrosione», il tutto determinato dal «carsismo diretto» (nel significato dato a questi termini da F. Forti (1972, 1972a, 1973, 1975, 1977, 1977a). Tali effetti in ultima analisi si esplicano in un generale abbassamento differenziato delle superfici carsiche, a seconda della litologia affiorante o «momento carsico», nel significato dato da F. Forti (1977b). Il tutto è determinato dalle acque meteoriche chimicamente aggressive che attaccano le superfici rocciose per dissoluzione progressiva.
- 2 - Effetto della «solubilità dinamica» da cui deriva una «corrosione frontale», tipica del carsismo sotterraneo che produce delle «morfologie ipogee» ed in particolare le cavità, i pozzi, ecc., il tutto determinato sia dal «carsismo diretto» che da quello «indiretto» (nel significato dato a questi termini da F. Forti - 1975, 1977a). Tali effetti si esplicano nella genesi e sviluppo delle cavità da apporti idrici provenienti anche da terreni esterni al bacino carsico (carsismo indiretto).

Attualmente lo studio della modalità della dissoluzione in cavità non è possibile perchè col mutare delle condizioni geografiche, ambientali e climatiche, l'evoluzione delle cavità può essersi arrestata o modificata.

Visti i due casi suddescritti e volendo valutare il «grado di incarsimento» di un complesso roccioso non rimane che affrontare gli effetti del «carsismo diretto» sulle superfici rocciose affioranti, poichè sono solo quelli su cui è possibile osservare in continuo le modificazioni che avvengono per l'azione diretta delle acque meteoriche.

Si è pensato così di misurare «l'abbassamento» delle superfici rocciose utilizzando un «micrometro» della precisione di 1/100 di mm. Sono stati predisposti una serie di punti di misura, ciascuno costituito da tre basi di appoggio ai vertici di un triangolo equilatero di 10 cm di lato. Si tratta di

---

(1) Ringrazio il prof. Giulio Antonio Venzo, Ordinario e Direttore dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Trieste per la lettura critica del manoscritto e per i preziosi consigli.

particolari chiodi di acciaio inossidabile lucidato, due dei quali a testa emisferica ed uno a testa piatta, fissati in roccia mediante fori del  $\varnothing$  9 mm e cementati. Questi «chiodi» funzionano da supporto ad un apposito apparecchio porta micrometro. Basta così appoggiare lo strumento sui chiodi (data la loro forma lo strumento viene a trovarsi sempre nella stessa posizione) ed eseguire la lettura. Questa va ripetuta semestralmente (considerando un ciclo invernale ed uno estivo) e per differenza si registra in centesimi di millimetro, l'abbassamento della superficie in quel punto.

## DESCRIZIONE DELLE STAZIONI DI MISURA

Le stazioni per lo studio sulle misure della dissoluzione sono state opportunamente scelte sul Carso Triestino in diverse condizioni geolitologiche, esposizione topografica del versante, esposizione climatica, quota. Esse ovviamente rappresentano delle posizioni «medie» in cui sono state anche considerate le diverse tipologie carsiche dell'affioramento roccioso. Vengono di seguito descritte queste «stazioni di misura» indicando per ciascuna tutte le caratteristiche su indicate.

La «stazione campione» (indicata con la sigla GG) è sistemata sul terreno esterno della Grotta Gigante in prossimità della Stazione Meteorologica, i cui dati, in particolare la piovosità, interessano tutte le misure previste. Il punto è stato stabilito su di un blocco roccioso di affioramento di Classe 4-5 <sup>(2)</sup>. La superficie rocciosa è inclinata di 15° con immersione a SW. La Quota è 275 m s.l.m. Si tratta di un calcare grigio chiaro, molto compatto con scarsi frammenti di Rudiste; la stratificazione è metrica, la frequenza delle fessurazioni è pure metrica. Il complesso roccioso appartiene ai «Calcari di Aurisina» (Cretacico superiore - Turoniano) che costituiscono la parte più carsificabile di tutte le rocce affioranti sul Carso Triestino. Le condizioni topografiche generali dell'area sono da considerarsi pianeggianti, con vegetazione arborea fitta. Condizioni climatiche controllate dalla vicina Stazione Meteorologica.

Due stazioni sono state ubicate sullo stesso affioramento roccioso a pochi metri di distanza tra di loro in un grande «campo solcato» tra la Grotta Gigante e Prosecco, presso il bordo di una vasta dolina. Il primo (indicato con la sigla CS) è stato stabilito su di un bancone calcareo di affioramento di Classe 5 <sup>(3)</sup>. La superficie rocciosa è inclinata di 10° con immersione a SE. Il secondo (indicato con la sigla VA) è stato stabilito sullo stesso bancone, ma sul fondo di una «vaschetta di corrosione» del diametro di 15 cm, con canalicolo d'uscita acqua, quindi in condizioni di perfetta suborizzontalità. La quota per ambedue i punti è 260 m s.l.m. Si tratta di un calcare grigio,

---

(2) (Calcari molto e in massimo grado carsificabili).

(3) (Calcari in massimo grado carsificabili).

grigio chiaro, molto compatto con resti di Rudiste, la stratificazione è metrica, la frequenza della fessurazione è anche metrica, talora plurimetrica. Il complesso roccioso appartiene ai «Calcari di Aurisina» (Cretatico superiore - Turoniano). Le condizioni topografiche generali dell'area sono da considerarsi pianeggianti con assenza di vegetazione arborea in loco, fitta ai margini del «campo solcato». Condizioni climatiche medie tipiche dell'altopiano carsico.



Micrometro in posizione di misura  
(STAZ. VA).  
Campo solcato nei pressi di Borgo  
Grotta Gigante.

Una stazione è stata sistemata sul fianco NE di una grande dolina che si apre nei pressi della stazione ferroviaria di Prosecco. E' posta su di una testata di strato di Classe 4-5 (4), verso il fondo della dolina (indicato con la sigla DO). La superficie rocciosa è inclinata di 17° con immersione a SW, mentre l'inclinazione media del versante della dolina è di 40°. La quota è 223 m s.l.m. Si tratta di un calcare grigio, molto compatto, talora brecciato con resti organici sparsi (Rudiste), la stratificazione è metrica e così pure la frequenza dei sistemi di fessurazioni. Il complesso roccioso appartiene ai «Calcari di Aurisina» (Cretacico superiore - Turoniano). Le condizioni topografiche sono da considerarsi di versante con vegetazione arborea serrata e condizioni climatiche molto riparate dai venti.

---

(4) (Calcari molto e in massimo grado carsificabili).

Una stazione è stata sistemata su di un particolare affioramento roccioso di «calcarei lagunari» (indicata con la sigla CN), posta tra Borgo Grotta Gigante ed Opicina Campagna. E' posta su di una testata di strato di Classe 2-3 (5). La superficie rocciosa è inclinata di 15° con immersione a WSW. La quota è 295 m s.l.m. Sono dei calcari nerastri e neri, lamellari-lastroidi con frequenza decimetrica dei sistemi di fessurazione. Appartengono ai «Calcarei di Aurisina» (Cretacico superiore - Turoniano), si tratta di una facies di tipo lagunare intercalata tra facies fossilifere a Rudiste. Le condizioni topografiche generali dell'area sono da considerarsi pianeggianti con vegetazione arborea media. Le condizioni climatiche sono tipiche dell'altopiano carsico.



Micrometro in posizione di misura (STAZ. CN).  
Calcarei neri di tipo lagunare tra Borgo Grotta Gigante e Opicina.

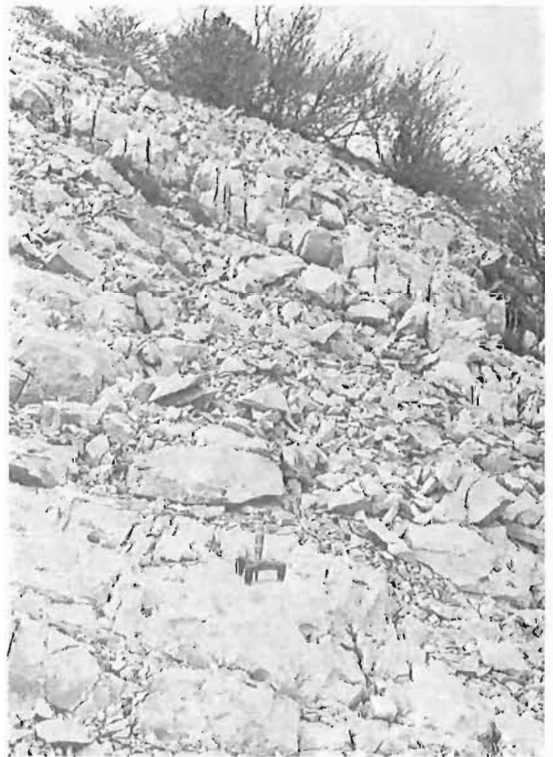
Una stazione è stata sistemata sul versante W di un colle prospiciente la cosiddetta «Val Calda», nei pressi di Rupinpiccolo. E' posta su di un blocco di breccia dolomitica di Classe 0 (indicata con la sigla VC). La superficie rocciosa è inclinata di 26° con immersione a W, mentre l'inclinazione media del versante del colle è di 30°. La quota è 390 m s.l.m. Si tratta di una breccia dolomitica grigio scura, molto compatta; la stratificazione non è precisiabile, comunque di tipo metrico mentre i sistemi di fessurazione sono deci-

(5) (Calcarei poco e mediamente carsificabili).

metrici - metrici. Appartiene al «Complesso Dolomitico» (Cretacico superiore - Cenomaniano). Le condizioni topografiche sono da considerarsi di versante con vegetazione arborea fitta, in condizioni molto riparate dai venti.

Una stazione è stata sistemata presso la cima del Monte Lanaro, sul versante NE. E' posta su di una testata di strato di Classe 3 <sup>(6)</sup> (indicata con la sigla ML). La superficie rocciosa è inclinata di 11° con immersione a NE, mentre l'inclinazione media del versante è di 20°. La quota è 520 m s.l.m. Si tratta di un calcare grigio-scuro, nerastro, compatto a stratificazione centimetrico-decimetrica, con frequenza decisamente decimetrica dei sistemi di fessurazione. Appartiene alla facies dei «Calcarei e scisti ittoliolitici di Comeno» (Cretacico inferiore - Albiano). Le condizioni topografiche sono da considerarsi di versante, con vegetazione arborea rada ed in zona particolarmente battuta dai venti di Bora (ENE).

Una stazione è stata sistemata su una cresta rocciosa, orientata verso ENE, nei pressi della cosiddetta «sella della Bora», nei pressi del «Belvedere» della Val Rosandra. E' posta su un affioramento roccioso addentellato di Classe 2 <sup>(7)</sup> (indicato con la sigla BE). La superficie rocciosa ove è stato stabilito



Micrometro in posizione di misura (STAZ. BE).

Calcarei Terziari nei pressi del Belvedere della Val Rosandra.

(6) (Calcarei mediamente carsificabili).

(7) (Calcarei poco carsificabili).

il punto è orizzontale, mentre l'inclinazione media del versante è di 30°. La quota è 370 m s.l.m. Si tratta di un calcare grigio-chiaro tendente al nocciola, compatto, molto fossilifero ad Alveoline e Nummuliti. La stratificazione non è precisabile mentre i sistemi di fessurazione sono centimetrici-decimetrici. Appartiene ai «Calcari Terziari» del complesso dei «Calcari ad Alveoline e Nummuliti» (Paleocene - Eocene). Le condizioni topografiche sono da considerarsi di versante in terreno spoglio di vegetazione e generalmente fortemente battuto dai venti ed in particolare da quelli di Bora (ENE).

Le misure hanno avuto inizio nella primavera 1979 e protratte semestralmente fino alla primavera 1981. E' chiaro che queste prime 4 misurazioni, messe a confronto con la piovosità del periodo, non possono dare altro che un valore puramente indicativo.

Studi di questo tipo devono essere fatti per periodi di almeno 5 anni, dopo di che si potranno trarre i primi raffronti e le prime considerazioni sia sulla validità del metodo sia sulle ipotesi sulla dissoluzione differenziata per litotipo.

Dalla tabella sottoriportata si può per ora ricavare che nel periodo di 2 anni i valori dell'abbassamento per dissoluzione si sono differenziati. La media del valore della dissoluzione sul Carso Triestino può di massima essere valutata in 0,0285 mm/anno.

PERIODO	ABBASSAMENTO PER DISSOLUZIONE IN mm									
	Prec. mm	GG	CS	VA	DO	CN	VC	ML	BE	Media
Apr. 1979 - Sett. 1979	813,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,005
Ott. 1979 - Mar. 1980	668,0	0,03	0,01	0,00	0,04	0,00	0,01	0,01	0,00	0,016
Apr. 1980 - Sett. 1980	599,0	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,016
Ott. 1980 - Mar. 1981	571,6	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02
<b>T O T A L E</b>	2652,4	0,06	0,04	0,03	0,08	0,07	0,06	0,09	0,03	0,057

## BIBLIOGRAFIA

- 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), n. 3, 69-96 pp., Trieste.
- FORTI F. (1972a) - *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.
- FORTI F. (1973) - *Studio geomorfologico dei «fori di dissoluzione» nelle carbonatiti calcaree del Carso Triestino*. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», vol. 12, (1972), 19-28 pp., Trieste.
- FORTI F. (1975) - *Modelli di dissoluzione carsica*. Mondo Sotterraneo. Numero Unico, (1974-1975), 13-19 pp., Udine.
- FORTI F. (1977) - *Studio geomorfologico delle «scannellature carsiche» (Rillenkarren) sulle rocce carbonatiche calcaree del Carso Triestino*. Mondo Sotterraneo, anno 1, (1), 8-16 pp., Udine.
- FORTI F. (1977a) - *Il concetto del «momento carsico» nello studio del carsismo delle rocce carbonatiche*. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», vol. 16, (1976), 45-51 pp., Trieste.
- FORTI F. (1977b) - *Il carsismo in una proposta di classificazione genetica*. Atti 3° Conv. Speleol. Friuli - Ven. Giulia, Gorizia (4 - 6 nov. 1977), 202-214 pp., Reg. Aut. Fr. - Ven. Giu.
- FORTI F. (—) - *Misure sulla dissoluzione carsica e dell'accrescimento delle stalagmiti (nota preliminare)*. In corso di pubb. 4° Conv. Speleol. Friuli - Ven. Giulia, (1979), Pordenone.
- FORTI F., STEFANINI S. & ULCIGRAI F. (1975) - *Relazioni tra solubilità e carsificabilità nelle rocce carbonatiche del Carso Triestino*. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», vol. 14, (1974), 19-49 pp., Trieste.
- GASPARO F. (1980, 1981) - *Osservazioni meteoriche eseguite nel 1979, 1980*. Boll. Staz. Meteor. Borgo Grotta Gigante. Supp. Atti Mem. Comm. Grotte «E. Boegan», SAG, sez. Trieste CAI.