

MIRCO MENEGHEL, UGO SAURO, MARIA LUCILLA BACIGA, ALESSIO FILECCIA, GIOVANNI FRIGO, VLADIMIRO TONIELLO & DARIO ZAMPIERI

Sorgenti carsiche e erosione chimica nelle Prealpi Venete ¹⁾

ABSTRACT

MENEGHEL M., SAURO U., BACIGA M.L., FILECCIA A., FRIGO G., TONIELLO V. & ZAMPIERI D., 1986 - Sorgenti carsiche e erosione chimica nelle Prealpi Venete. [Karstic sources and chemical erosion in the Venetian Prealps] - *Studi trent. Sci. nat., Acta geol.*, 62: 145-172

The evaluation of the «chemical erosion» (in the meaning of «karst denudation») rates is fundamental to define the character and the speed of the karst erosion. The paper deals with the results of a research on 19 karstic sources in the Venetian Prealps. After a discussion on the methods of computation of chemical erosion, the main hydrologic conditions of the studied sources are described. The karst basins average altitudes vary between 150 m and 1350 m a.s.l. and the waters total hardness vary between 131 and 255 mg/l. The water surplus evaluated with the Thornthwaite method is between 125 and 1220 mm/year. Therefore the chemical erosion values vary between 12 and 83 m³/km²/year. In general karst erosion increases with the altitude of the basin. This is due to the increase of the water surplus with altitude that is prevailing over the correspondent diminution of the water hardness.

Mirco Meneghel & Ugo Sauro, Dipartimento di Geografia dell'Università, Via del Santo 26, 35100 Padova, Italy.

¹⁾ Il presente studio svolto nell'ambito di un programma di ricerche sull'erosione chimica finanziato dal M.P.I. è stato coordinato da M. Meneghel ed U. Sauro. In nota ai diversi paragrafi sono indicati i rispettivi autori. La premessa e le considerazioni conclusive sono state curate da M. Meneghel ed U. Sauro. Gli Autori desiderano ringraziare Dalla Zuanna Enrico per la collaborazione prestata alle analisi delle sorgenti dell'Oliero.

Maria Lucilla Baciga, Via Oliveto, 37011 Bardolino (Verona), Italy.
Alessio Fileccia, Via Montello 7, 31100 Treviso, Italy.
Giovanni Frigo, Via Damiano Chiesa, 36012 Asiago (Vicenza), Italy.
Vladimiro Toniello, Via G. di Vittorio 5, 31029 Vittorio Veneto (Treviso), Italy.
Dario Zampieri, Via Lago d'Iseo 24, 36100 Vicenza, Italy.

Premessa

La valutazione dell'erosione chimica riveste una fondamentale importanza nello studio delle aree carsiche in quanto permette di definire la velocità dell'evoluzione del rilievo carsico. Per erosione chimica intendiamo il processo morfodinamico dell'asportazione delle rocce in soluzione chimica: in questo senso il termine «erosione chimica delle rocce carbonatiche» può essere considerato sinonimo di «erosione carsica»: questo fenomeno è stato indicato precedentemente nella letteratura in vari modi fra cui ricordiamo: dissoluzione carsica, denudazione carsica, denudazione chimica, ablazione carsica.

Negli ultimi decenni sono state messe a punto alcune metodologie per determinare l'entità dell'erosione carsica. Il primo metodo adottato si serve dell'analisi delle soluzioni naturali per valutare la quantità di roccia asportata in soluzione (CORBEL, 1959; GAMS, 1974, PULINA, 1974): si tratta di un metodo indiretto che richiede la stima del volume d'acqua che interviene nel processo. Solo negli ultimi anni sono stati utilizzati due metodi diretti: il primo è basato sulla perdita di peso di tavolette calcaree appositamente preparate e collocate in diversi ambienti (TRUDGILL, 1975); il secondo permette la misura diretta dell'abbassamento di un punto su una superficie in roccia nuda per mezzo di un micrometro (HIGH & HANNA, 1970). Questi due metodi diretti forniscono dati più precisi rispetto al metodo dell'analisi chimica delle acque, presentano però la limitazione di riferirsi ad aspetti puntuali dell'erosione carsica, che solo con cautela possono essere estrapolati ad estese aree.

La presente pubblicazione si riferisce ad una ricerca volta a valutare l'erosione chimica nell'ambito delle Prealpi Venete, sulla base dell'analisi delle acque di alcune sorgenti carsiche. Sinora in Italia poche pubblicazioni illustrano ricerche in questo campo, spesso toccato solo marginalmente nell'ambito di altre indagini.

La ricerca è stata effettuata su 19 sorgenti delle Prealpi Venete comprese tra il Lago di Garda e la Val Cellina (fig. 1). Tali sorgenti presentando valori di portata media assai diversi, compresi tra 0,1 e 6.000 litri/secondo, e un relativamente ampio intervallo di valori di temperatura dell'acqua, rappresentano complessivamente un campione significativo per le più comuni situazioni ambientali delle Prealpi Venete.

La raccolta dei dati si è svolta in un arco di tempo di circa tre anni, dal 1981 al 1984 durante i quali sono state eseguite analisi chimiche sul posto, per mezzo di kit portatili (Hach), mentre altre analisi sono state effettuate saltuariamente e solo per alcune sorgenti presso il laboratorio di Geografia Fisica del Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova, utilizzando uno spettrofotometro per analisi di acque (Hach DR-EL 2). Le singole serie di dati non sono omogenee: alcune sono

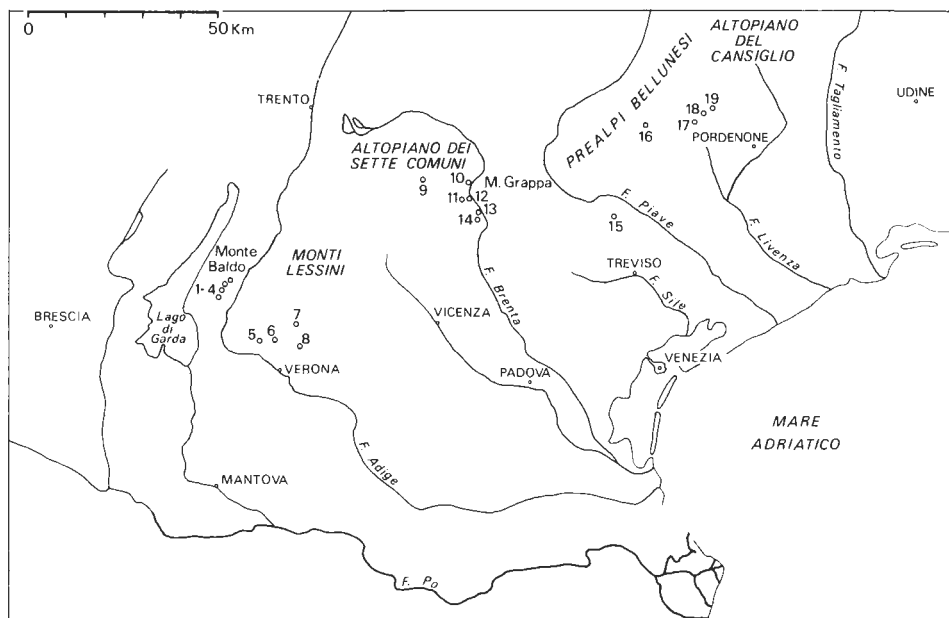


Fig. 1 - Ubicazione nell'ambito delle Prealpi Venete delle sorgenti esaminate. La numerazione corrisponde a quella della tab. 2.

state compilate in un tempo limitato, altre sono riferite a tempi più lunghi e comprendono un maggior numero di dati. A questo proposito per ciascuna sorgente verrà indicato il numero complessivo di campionature effettuate per la misura della durezza. Per cinque sorgenti abbiamo utilizzato anche dati ricavati dalla letteratura (DAL PRÀ & STEVAN, 1969).

Nel complesso sono stati utilizzati i dati relativi a 675 campionature, di cui 385 effettuate da noi e 290 ricavate dalla letteratura. Data la scarsa attenzione sinora posta al problema dell'erosione carsica in Italia, riteniamo di poter fornire un utile contributo preliminare all'argomento nonostante la disomogeneità delle serie di dati utilizzati.

Il calcolo dell'erosione chimica ²⁾

Il primo studioso che ha messo a punto un metodo quantitativo per il calcolo dell'«erosion en terrain calcaire» o «ablazione carsica», fu CORBEL (1959). Egli applicò la formula

²⁾ A cura di U. Sauro.

$$X = 4 \frac{ET}{100}$$

in cui:

X = velocità dell'erosione espressa in $m^3/km^2/anno$

E = altezza media della «lama» d'acqua di deflusso annuo in dm

T = durezza media delle acque che escono dall'area carsica considerata, in mg/l di $CaCO_3$

Fra le formule proposte in seguito ricordo quella di PULINA (1974):

$$Dm = 0,0126 \Delta T \cdot q$$

in cui:

Dm = erosione carsica media in $m^3/km^2/anno$ oppure in mm di spessore per 1000 anni

ΔT = differenza espressa in mg/litro fra la «mineralizzazione» dell'acqua che entra nell'area carsica considerata e di quella che esce dalla stessa

q = quantità d'acqua espressa in litri che in media «esce» ogni secondo da 1 km^2 dell'area considerata (si tenga conto che in un anno ci sono circa 31,5 milioni di secondi)

e quella di GAMS (1974):

$$I = Q \cdot S \cdot 31,5 \cdot 10^{-3}$$

in cui:

I = erosione carsica in $m^3/km^2/anno$

Q = deflusso specifico in litri/secondo/ km^2

S = quantità di calcare o dolomia disciolti espressa in mm^3 di roccia per litro.

Anche se apparentemente diverse le formule proposte dai vari autori sono fondamentalmente simili. Le variabili considerate sono tre e precisamente l'erosione chimica (che indicheremo con E), il deflusso (che indicheremo con R), e la «mineralizzazione» o «salinità» media dell'acqua o meglio la differenza di «mineralizzazione» fra l'acqua che esce e quella che entra (che indicheremo con M o ΔM). Oltre a queste variabili possono essere introdotti un «fattore di conversione» (n) che tien conto sia delle diverse unità di grandezza prescelte, sia della densità della roccia, nel caso che E sia espresso come volume di roccia (tale fattore è 4/100 nella formula di Corbel, 0,0126 in quella di Pulina e $31,5 \cdot 10^{-3}$ in quella di Gams) e un «fattore di correzione» nel caso che si utilizzi ΔM , che tien conto della perdita d'acqua per evapotraspirazione e quindi del relativo incremento percentuale della mineralizzazione iniziale nell'acqua di deflusso. Infine in alcune formule si valuta l'estensione percentuale delle rocce carbonatiche, ove si operi in bacini costituiti anche da litologie diverse.

Con dati di partenza uguali tutte le formule portano agli stessi risultati purché si assegni ai calcari la medesima densità (es. 2,5). Così, in un gruppo montuoso ove

Variabili considerate nel calcolo dell'erosione chimica e relativa simbologia.

$$\text{Erosione chimica} \left\{ \begin{array}{l} E_1 \left\{ \begin{array}{l} \text{g} / \text{m}^2 / \text{anno} \\ \text{kg} / \text{m}^2 / 1.000 \text{ anni} \\ \text{t} / \text{km}^2 / \text{anno} \end{array} \right. \\ E_2 \left\{ \begin{array}{l} \text{cm}^3 / \text{m}^2 / \text{anno} \\ \text{m}^3 / \text{km}^2 / \text{anno} \\ \text{mm di spessore per 1.000 anni} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

$$\text{Deflusso} \left\{ \begin{array}{l} R_1 = \text{spessore medio dell'acqua soggetta a deflusso (espresso in metri con l'approssimazione della terza cifra decimale)} \\ R_2 = \frac{\text{m}^3 / \text{anno per l'intero bacino}}{\text{area in km}^2} = \text{m}^3 / \text{km}^2 / \text{anno} \\ R_3 = \text{litri} / \text{km}^2 / \text{secondo} \end{array} \right.$$

$$\text{«Mineralizzazione media acquisita» nell'area carsica} \left\{ \begin{array}{l} M_1 = \text{mineralizzazione media dell'acqua in «uscita» espressa in mg/l di CaCO}_3 \\ M_2 = \Delta M = \text{mineralizzazione media dell'acqua in «uscita» meno la mineralizzazione iniziale dell'acqua che entra} \\ M_3 = \text{mineralizzazione media dell'acqua in «uscita» meno il rapporto tra la mineralizzazione iniziale dell'acqua che entra ed il coefficiente di deflusso (tale rapporto tiene conto delle perdite di acqua dovute alla evapotraspirazione e quindi dell'incremento progressivo della «mineralizzazione iniziale»)} \end{array} \right.$$

n = fattore di conversione che tiene conto anche della densità della roccia (d).

a = fattore che tiene conto dell'estensione percentuale delle rocce carbonatiche.

le precipitazioni medie siano di 1500 mm/anno, l'evapotraspirazione di 500 mm/anno (e perciò il deflusso di 1000 mm/anno), se la mineralizzazione iniziale è uguale a 0, quella finale a 140 mg/litro (di CaCO_3), sia la formula di Corbel, che quella di Pulina, che quella di Gams daranno $E = 56 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{anno}$.

Riflettendo sulla tabella n. 1 in cui sono evidenziate le diverse unità di grandezza attribuite da vari autori alle variabili illustrate ci sembra che la formula nel contempo più semplice, immediatamente comprensibile e corretta sia:

$$E_1 = R_1 \cdot M_3$$

da cui si può derivare

$$E_2 = \frac{E_1}{d}$$

(formula valida per bacini costituiti interamente da rocce carbonatiche).

Per la maggior parte delle sorgenti carsiche riteniamo sufficientemente corretto, in bacini ove prevalgano nettamente i calcari, sostituire a M_3 la durezza totale espressa come mg/l di CaCO_3 . Ciò semplifica notevolmente la procedura che altrimenti richiede la raccolta di dati sui caratteri chimici delle acque di precipitazione e delle altre acque alloctone.

In molte pubblicazioni recenti E_2 viene espresso come mm di spessore di roccia erosa in 1000 anni; se tale formulazione può permettere un facile confronto con le velocità dell'erosione su altre rocce, occorre rilevare come la stessa da un punto di vista concettuale risulti discutibile in quanto l'erosione chimica non si esplica solo sulle superfici di roccia nuda o ricoperta di suolo vegetale, ma anche nelle numerose discontinuità e cavità interne.

Gruppi prealpini e sorgenti esaminate

MONTE BALDO ³⁾

Il Monte Baldo è il più occidentale dei Gruppi Prealpini Veneti. Compreso fra il lago di Garda e la Val d'Adige meridionale consta in un imponente bastione allungato per circa 40 km in senso NNE-SSW, orlato ai lati settentrionale, orientale e meridionale da un sistema di conche e ripiani.

Il massiccio montuoso è caratterizzato da due principali sistemi di sorgenti: un gruppo occidentale ed un gruppo sudorientale.

Il gruppo occidentale è allineato lungo la sponda lacustre del Garda e comprende sorgenti sia subaeree che subacquee. Le sorgenti sono alimentate da sistemi

³⁾ A cura di M.L. Baciga e U. Sauro.

di condotte di interstrato che devono la loro evoluzione alla generale immersione verso Ovest delle formazioni calcaree di età giurassica. Tali condotte sono state in molti casi sezionate dai fenomeni di erosione glaciale.

Il gruppo sudorientale di sorgenti ha invece per contesto morfostrutturale un sistema a gradinata di blocchi fagliati e ribassati rispetto alla catena principale. L'intensa frantumazione tettonica delle rocce calcaree che costituiscono i blocchi, in particolare lungo i piani di faglia, ne fa dei serbatoi ideali, che vengono drenati in corrispondenza di scarpate o di incisioni trasversali. Le sorgenti piuttosto che carsiche in senso stretto possono essere meglio definite «tectocarsiche».

Qui di seguito vengono illustrate solo alcune delle principali sorgenti di questo gruppo.

1 - SORGENTE BERGOLA

Monte Baldo

Comune di Caprino Veronese

Valle Salve Regina

F° 48 I NE Dolcé

Long. 1°37'05" Ovest da M. Mario; Lat. 45°39'04" Nord

Quota 870 m s.l.m.

Totale campionamenti: 42

La «Bergola», ubicata sul ripido fondovalle della Valle Salve Regina, è una sorgente perenne, con una portata media di circa 34 l/s, con massima registrata di 51 l/s, e con minime di 27 l/s. Nell'insieme i valori del deflusso si presentano abbastanza costanti, con punte in occasione di brevi piene che seguono precipitazioni intense e con lenta decrescita durante lunghi periodi di siccità. La temperatura media è di 8,9 °C, mentre i valori estremi sono di 8,4 °C e di 9,5 °C. Altre caratteristiche chimico-fisiche misurate nel corso di oltre un anno di osservazioni sono: pH 7,8, durezza totale 140 mg/l, durezza calcio 136 mg/l, anidride carbonica 8,0 mg/l, solfati 4 mg/l, cloruri 5,3 mg/l, silice 5,3 mg/l.

L'acqua scaturisce dalla formazione dei Calcari Oolitici fortemente fessurati e mascherati dal detrito di fondovalle in cui è stata scavata una grossa opera di presa.

Il bacino idrografico a monte misura circa 2,4 km² ma il bacino carsico è presumibilmente più ampio comprendendo tutto il ripiano di Valfredda ed il versante a monte sino alla cresta. Le quote più alte di tale presumibile bacino superano i 1800 m, mentre l'altitudine media può essere valutata a 1300-1400 m. La sorgente sarebbe determinata dall'intersezione fra alcune fratture di orientamento WNW-ESE, lungo cui si è impostata la Valle di Salve Regina, ed il sistema all'incirca perpendicolare di fratture e faglie di orientamento giudicariense che ha determinato il motivo a gradinata del grande versante orientale del Monte Baldo meridionale. Le fratture della Valle di Salve Regina intercetterebbero perciò le acque carsiche che circolano lungo i piani strutturali principali convogliandole verso la sorgente.

L'acqua, un tempo utilizzata per far funzionare i molini nelle frazioni di Braga e Vilmezzano, è oggi captata interamente dall'acquedotto di Caprino Veronese.

2 - SORGENTE FONTANA SANTA

Monte Baldo

Comune di Caprino Veronese

Valsecca

F° 48 I NO Caprino Veronese

Long. 1°38'06" Ovest di M. Mario; Lat. 45°36'58" Nord

Quota 350 m s.l.m.

Totale campionamenti: 47

La sorgente Fontana Santa si trova circa 2 km a ENE di Caprino Veronese, sul versante destro della Valsecca, pochi metri sopra il fondovalle. Si tratta di una sorgente perenne, con una portata media di 40 l/s con massima registrata di 84 l/s, e con minime di 12 l/s. La portata presenta una notevole variabilità anche entro tempi brevi, con rapide piene in occasione di precipitazioni intense e decrescite anche piuttosto veloci.

La temperatura media è di 11,0 °C, mentre i valori estremi sono di 9,8 °C e di 12,0 °C. Altri caratteri medi sono: pH 7,7, durezza totale 198 mg/l, anidride carbonica 10,9 mg/l, solfati 11,5 mg/l, cloruri 7 mg/l, silice 7,9 mg/l.

L'acqua scaturisce dai calcari intensamente fratturati, tanto da assumere localmente il carattere di breccia. Il COZZAGLIO (1933) ha descritto queste rocce come «breccia sintettonica» per sottolineare la concomitanza fra gli eventi tettonici recenti, che hanno interessato il versante sudorientale del Baldo, e la genesi di «rocce brecciate in posto» o «quasi in posto» nella fascia inferiore dello stesso versante.

Il bacino idrografico a monte della sorgente è estremamente piccolo essendo limitato ad un ristretto settore (non più di 0,03-0,04 km²) del ripido versante della dorsale di Ca' dei Martini. Al torrente che scorre pochi metri più in basso della sorgente invece corrisponde un bacino idrografico di circa 5,5 km², che oltre alla Valsecca comprende tutta la Val delle Giare situata più a monte. L'analisi dei caratteri geomorfologici dell'area ci permette di formulare un'ipotesi sull'evoluzione dell'idrografia, che giustifica anche la localizzazione della sorgente. Risulta infatti evidente come in passato la Val delle Giare, impostata lungo una linea di faglia inversa di direzione giudicariense (NNE-SSW), si prolungasse con il solco della Val Marzane, in direzione di Caprino. Tale valle è stata successivamente catturata dalla Valsecca, con individuazione di un tipico gomito di cattura ed approfondimento di circa 15 m rispetto alla sella della valle morta su cui è situato il paesino di Vilmezzano. Nonostante la cattura gran parte dell'acqua ha però continuato a seguire l'antica direzione, allargandosi delle vie di deflusso sotterraneo al di sotto del tratto iniziale della valle morta. Le perdite d'acqua in corrispondenza del gomito di cattura giustificano il toponimo di Valsecca, assegnato al tratto di fondovalle che segue. Tuttavia, dato anche il considerevole dislivello fra i due fondovalle, il flusso sotterraneo è stato richiamato verso la Valsecca, originando una curiosa sorgente sospesa sopra al fondovalle: la Fontana Santa.

Va sottolineato che nel bacino idrografico della Valsecca viene immessa attraverso dei canali anche dell'acqua proveniente dalla sorgente Bergola. L'acqua della

sorgente Fontana Santa, che viene captata attraverso una breve galleria ed un canale, dal 1952, anno in cui determinò una grave epidemia di tifo, è utilizzata soltanto per usi agricoli.

3 - SORGENTE SORZO

Monte Baldo

Comune di Caprino Veronese

Località Gaon

F° 48 I NO Caprino Veronese

Long. 1°39'23" Ovest di M. Mario; Lat. 45°36'43" Nord

Quota 410 m s.l.m.

Totale campionamenti: 47

La sorgente Sorzo si trova sul ripido versante meridionale del Monte Baldo, circa 1 km a Nord di Caprino Veronese, poco a monte della località Gaon.

È una sorgente perenne, con una portata media di circa 12 l/s, con una massima osservata di oltre 20 l/s e minima di 9,2 l/s. La temperatura media è di 12,0 °C, mentre i valori estremi sono di 11,3 °C e di 12,8 °C. Altre caratteristiche chimico-fisiche sono: pH 7,7, durezza totale 145 mg/l, anidride carbonica 10,1 mg/l, solfati 4 mg/l, cloruri 5,7 mg/l, silice 7,1 mg/l.

L'acqua scaturisce dalla roccia intensamente fratturata alla base della grande scarpata che sovrasta il ripiano di Gaon, circa in corrispondenza della linea di un'importante faglia inversa. Tale dislocazione comporta intense deformazioni con locale rovesciamento e raddoppio delle formazioni del Rosso Ammonitico, Biancone e Scaglia.

Il bacino idrografico a monte misura circa 1,2 km²: data la complessità strutturale e l'intensa tettonizzazione, si può ritenere che questo non corrisponda in modo preciso con il bacino reale.

La sorgente è captata mediante una lunga canaletta coperta, scavata nella falda detritica, cui segue una canaletta scoperta che in passato convogliava l'acqua verso un mulino in località Gaon. Attualmente l'acqua viene utilizzata per usi agricoli.

4 - SORGENTE CASSETTE

Monte Baldo

Comune di Caprino Veronese

Località Gaon

F° 48 I NO Caprino Veronese

Long. 1°39'24" Ovest di M. Mario; Lat. 45°36'43" Nord

Quota 415 m s.l.m.

Totale campionamenti: 48

La sorgente è situata poche decine di metri ad Ovest della sorgente Sorzo. È una sorgente perenne, con una portata media di circa 2,5 l/s, che sgorga da una condotta carsica. La temperatura media è di 12,0 °C, mentre i valori estremi sono di 11,3 °C e di 12,5 °C. Altre caratteristiche chimico-fisiche sono: pH 7,7; durezza

totale 139 mg/l, anidride carbonica 8,4 mg/l, solfati 5 mg/l, cloruri 6 mg/l, silice 8,1 mg/l. Dal punto di vista geomorfologico la situazione è praticamente identica a quella della vicinissima sorgente Sorzo alla cui descrizione si rimanda. Le acque di questa sorgente vengono immesse nella canaletta della sorgente Sorzo.

MONTI LESSINI ⁴⁾

I Monti Lessini veronesi sono limitati a Nord dalla Valle dei Ronchi, ad Ovest dalla Val d'Adige, a Est dalla Val d'Illasi e a Sud dalla pianura veneta.

Hanno un'estensione di circa 600 km²; la quota massima è di 1865 m. Se complessivamente le formazioni rocciose, prevalentemente carbonatiche, appaiono immergersi dolcemente verso SW, nel dettaglio si distinguono numerose faglie e pieghe-faglie che scompongono il rilievo in una serie di blocchi variamente dislocati. Questa situazione tettonica ha fortemente influenzato sia la morfologia che la circolazione interna delle acque.

Le sorgenti sono piuttosto numerose, anche se quasi tutte di modesta portata. La causa di ciò è l'alto grado di carsificabilità che presentano quasi tutte le formazioni che affiorano su questi monti e la presenza di numerose importanti faglie con orientamenti compresi fra NNW-SSE e NNE-SSW lungo cui le acque trovano facili vie di deflusso sotterranee.

Le acque meteoriche sono facilmente assorbite e scorrono in profondità, affiorando spesso in corrispondenza di livelli impermeabili quali quelli marnosi della formazione del Biancone o quelli costituiti dalle vulcaniti terziarie.

Alcune sorgenti maggiori si trovano alla base dei rilievi, dove questi sono incisi da valli profonde o lungo i loro margini verso la pianura. È probabile che parte dell'acqua che si infiltra nei circuiti carsici profondi dei Lessini fuoriesca da «sorgenti geologiche» coperte dalle alluvioni dei fondivalle e dell'alta pianura veneta.

5 - PARONA

Monti Lessini

Comune di Verona

Parona

F° 48 II NE Pescantina

Long. 1°30'16" Ovest da M. Mario; Lat. 45°28'46" Nord

Quota 75 m s.l.m.

Totale campionamenti: 23

È una sorgente perenne con una portata media stimata di circa 2,5 l/s. La durezza media è di 237 mg/l di CaCO₃ data quasi esclusivamente da carbonato di calcio. La temperatura media è pari a 13,1 °C, con valori estremi misurati di 12,7 °C

⁴⁾ A cura di M. Meneghel.

e 13,3 °C. L'anidride carbonica è pari a 23,6 mg/l. Altri valori misurati: silice 6,8 mg/l, cloruri 8 mg/l, solfati 5 mg/l, pH 7,4, alcalinità pari a 230 mg/l di CaCO₃, conduttività 22×10^2 ohm/cm.

L'acqua, che scaturisce dai calcari nummulitici dell'Eocene, solo in occasione di piogge prolungate ha manifestato una debole torbidità. Il bacino di alimentazione, per la posizione della sorgente e le caratteristiche morfologiche della zona, è difficilmente definibile; è probabile che il bacino idrogeologico coincida solo in parte con quello idrografico. Quest'ultimo misura circa un chilometro quadrato, con quote massime di circa 250 m. Nelle colline a monte della sorgente vi sono doline e depressioni carsiche tra cui quella allungata particolarmente estesa di Cà Ronchi. L'acqua è utilizzata per irrigazione e in parte è condotta ad una fontana con lavatoio.

6 - SORGENTE DEL LORI'

Monti Lessini

Comune di Verona

Avesa

F° 49 III NO Verona

Long. 1°27'43" Ovest da M. Mario; Lat. 45°28'26" Nord

Quota 110 m s.l.m.

Totale campionamenti: 30

È una sorgente perenne con portata media di 67 l/s e con valori estremi misurati di 11 l/s e 136 l/s. Le portate minime sono state osservate durante l'inverno, quelle massime nella tarda primavera. La durezza media è di 242 mg/l; l'anidride carbonica è risultata in media pari a 21,6 mg/l. La temperatura media è di 12,4 °C (valori estremi misurati: 11,5 °C e 12,9 °C). Altri valori misurati: silice 8 mg/l; cloruri 6,25 mg/l; solfati 5 mg/l; pH 7,6; alcalinità pari a 230 mg/l di CaCO₃; conduttività 21×10^2 ohm/cm.

La sorgente si trova sul fondovalle, su detrito in parte alluvionale e in parte colluviale, presso il versante sinistro della valle. L'acqua verosimilmente proviene da un condotto carsico, alimentato da zone appartenenti al bacino idrografico della valle di Avesa (che ha una estensione di circa 10 km² e quote massime di 700 m) e dai rilievi collinari situati a Est della valle stessa. In occasione di piogge intense e prolungate l'acqua presenta una accentuata torbidità per la presenza in sospensione di argilla rossa. L'acqua, che scaturisce da una specie di polla in parte scavata artificialmente e circondata da un muro, viene convogliata in un canaletto e serve vari lavatoi.

7 - AZZAGO

Monti Lessini

Comune di Grezzana

Azzago - Vaio della Villa

F° 49 IV SO Grezzana

Long. 1°24'06" Ovest da M. Mario; Lat. 45°32'36" Nord

Quota 570 m s.l.m.

Totale campionamenti: 31

È una piccola sorgente perenne con portata assai limitata, in media pari a 0,1 l/s. La durezza media dell'acqua è di 185 mg/l, data da solo carbonato di calcio. La temperatura media è di 10,8 °C, con valori estremi di 10,2 °C e 11,4 °C. Altri dati misurati: pH 7,6; silice 8,9 mg/l; cloruri 15 mg/l; solfati 12,5 mg/l; alcalinità pari a 150 mg/l di CaCO₃; conduttività 24×10^2 ohm/cm.

La sorgente è determinata dall'affioramento degli strati impermeabili del Biancone in corrispondenza di una vallecola impostata lungo una faglia con direzione Est-Ovest. Il bacino di alimentazione ha dimensioni modeste; quello idrografico è di circa 0,1 km². L'acqua è raccolta in una vasca, convogliata in un tubo e utilizzata per l'irrigazione.

8 - SQUARÀ

Monti Lessini

Comune di Verona

Montorio (Chiesa vecchia)

F° 49 III NO Verona

Long. 1°23'17" Ovest da M. Mario; Lat. 45°25'51" Nord

Quota 65 m s.l.m.

Totale campionamenti: 25

L'acqua del Laghetto Squarà emerge dai sedimenti alluvionali dove si trova l'abitato di Montorio, presso il versante sinistro della valle di Squaranto al suo sbocco nell'alta pianura veronese.

È una sorgente perenne, anche se in occasione di periodi asciutti eccezionali la portata si è ridotta quasi a zero. La portata media approssimativa è di circa 2 m³/s. La durezza totale media è pari a 190 mg/l. La temperatura media è risultata di 10,8 °C, con valori estremi misurati di 10,3 °C e 11,9 °C. Il pH è circa 7,5. L'anidride carbonica media è pari a 12,8 mg/l con valori estremi 8,0 mg/l e 28,0 mg/l. Altre caratteristiche misurate: silice 5 mg/l; cloruri 5 mg/l; solfati 13 mg/l; alcalinità pari a 170 mg/l di CaCO₃; conduttività 27×10^2 ohm/cm.

La sorgente del Laghetto Squarà fa parte di un gruppo di sorgenti ubicate nell'abitato di Montorio dove l'acqua forma una falda drenata da fossi e da polle. Per queste caratteristiche che rendono tali sorgenti simili alle risorgive della pianura padano-veneta, anche in questo caso si è parlato di risorgive, ipotizzando che le acque del torrente della valle di Squaranto, assorbite a monte, riemergano qui in parte. In realtà è stato dimostrato che la superficie della falda freatica va decrescendo di quota al procedere dalla zona delle sorgive verso Nord entro la valle (SORBINI, 1973). È assai probabile perciò che almeno parte delle acque che alimentano la sorgente Squarà abbiano altra origine e forse provengano, attraverso condotti carsici, dai rilievi situati a Est della valle di Squaranto. Il bacino idrogeologico delle sorgenti di Montorio è perciò probabilmente in parte diverso di quello idrografico che è di circa 95 km², con quote massime superiori a 1800 m. Le acque della

sorgente Squarà vengono divise in vari fossi e utilizzate ora quasi esclusivamente per irrigazione; vanno infine quasi tutte ad alimentare il fiume Fibbio, che si getta in Adige dopo alcuni chilometri.

ALTOPIANO DEI SETTE COMUNI ⁵⁾

L'Altopiano dei Sette Comuni o di Asiago, compreso fra l'Alta Pianura a Sud, la Valle dell'Astico a Ovest, e la Valle del Brenta (o Valsugana) a Nord e a Est, consta in un altopiano di forma grossomodo quadrangolare e della superficie complessiva di circa 600 km², di cui circa 400 km² a quota superiore a 1000 m. Nell'ambito dell'altopiano si riconosce un settore sommitale settentrionale, con quota massima di 2336 m, cui segue verso Sud un'ampia conca ed un settore meridionale dal rilievo ben articolato. Il massiccio è costituito da rocce carbonatiche appartenenti soprattutto alla formazione della Dolomia Principale ed in minor misura dalle formazioni carbonatiche di età giurassica. L'assetto tettonico è grossomodo tabulare, con un blanda sinclinale avente l'asse orientato circa in senso E-W e corrispondente alla conca mediana dell'altopiano. Questa depressione strutturale, dissecata trasversalmente dalla profonda Valle del Fiume Brenta, determina un'asse di drenaggio delle acque di fondo verso la zona di Valstagna, appunto in corrispondenza del punto più depresso della linea assiale della sinclinale. Le principali sorgenti sono ubicate proprio in questa posizione, mentre altre minori sono situate lungo tutto il contorno dell'Altopiano. In particolare le quattro grandi sorgenti della zona di Valstagna hanno una portata media complessiva dell'ordine dei 14 m³/secondo ed asportano in soluzione oltre 25.000 m³ di roccia all'anno (DAL PRÀ, 1974). La sorgente con portata maggiore è quella da noi presa in esame, mentre di altre sorgenti abbiamo utilizzato i dati pubblicati in DAL PRÀ & STEVAN (1969).

9 - PONELEITA

Altopiano dei Sette Comuni

Comune di Asiago

Rodighieri

F° 37 IV SO Asiago

Long. 0°56'31" Ovest da M. Mario; Lat. 45°53'37" Nord

Quota 1100 m s.l.m.

Totale campionamenti: 23

La «Poneleita» situata sul fondo di una ripida valletta incisa nel versante meridionale del monte Bi, è una sorgente perenne con una portata media di circa

⁵⁾ A cura di G. Frigo con riferimento alla sorgente Poneleita e di D. Zampieri con riferimento alle sorgenti della Valle del Brenta.

0,5 l/s. La portata minima registrata è risultata di 0,2 l/s, valore che aumenta sino a 2 l/s nei periodi piovosi interessanti l'altopiano e durante lo sciogliersi delle nevi.

A differenza delle portate la temperatura dell'acqua è risultata costante; i valori non hanno mai superato gli 11,0 °C e mai sono scesi sotto i 10,3 °C. Altre caratteristiche chimico-fisiche misurate sono: durezza totale 171 mg/l, anidride carbonica 10,1 mg/l.

L'acqua sgorga dalla formazione cretacea del Biancone, fortemente fessurata e ricca di interstrati argillosi.

Il bacino idrografico a monte è molto ridotto, ma il bacino carsico è probabilmente più ampio comprendendo la piccola dorsale del monte Bi e parte dei rilievi sovrastanti.

La sorgente è verosimilmente determinata da una diaclase di direzione NE-SO lungo cui si è impostata la valle e che taglia il fianco settentrionale della sinclinale di Gallio, piega di direzione valsuganese.

L'acqua che poco tempo fa era utilizzata dalla contrada Costa, ora si disperde nella coltre detritica del fondovalle.

10 - PONTE SUBIOLO (GROTTA DELL'ELEFANTE)

Altopiano dei Sette Comuni - Val Brenta

Comune di Valstagna

Località Ponte Subiolo

F° 37 IV SE Valstagna

Long. 0°47'01" Ovest da M. Mario; Lat. 45°52'16" Nord

Quota 170 m s.l.m.

Totale Campionamenti: 49

La sorgente è situata sul fondovalle della Valle Brenta in destra idrografica, circa 1,5 km a monte di Valstagna, in vicinanza di Ponte Subiolo. Si tratta di una sorgente perenne con una portata media di circa 3,2 m³/secondo, con massime osservate di oltre 30 m³/secondo. La variabilità delle portate è notevole anche entro tempi brevissimi, con episodi di piene violente. La temperatura media è di 8,9 °C, la durezza totale media di 143 mg/l.

La sorgente è situata alla base di una parete alta circa 100 metri nell'ambito di un grande versante rupestre alto oltre 1000 metri e consta di un laghetto alimentato da una condotta carsica risaliente. Tale condotta, attualmente esplorata dagli speleologi subacquei sino ad una profondità di circa 70 metri, è tristemente nota per alcuni gravi incidenti verificatisi (fig. 2, Sez. 1).

SORGENTI DELL'OLIERO

11 - COGOL DEI SIORI (GROTTA PAROLINI)

Altopiano dei Sette Comuni - Val Brenta

Comune di Valstagna

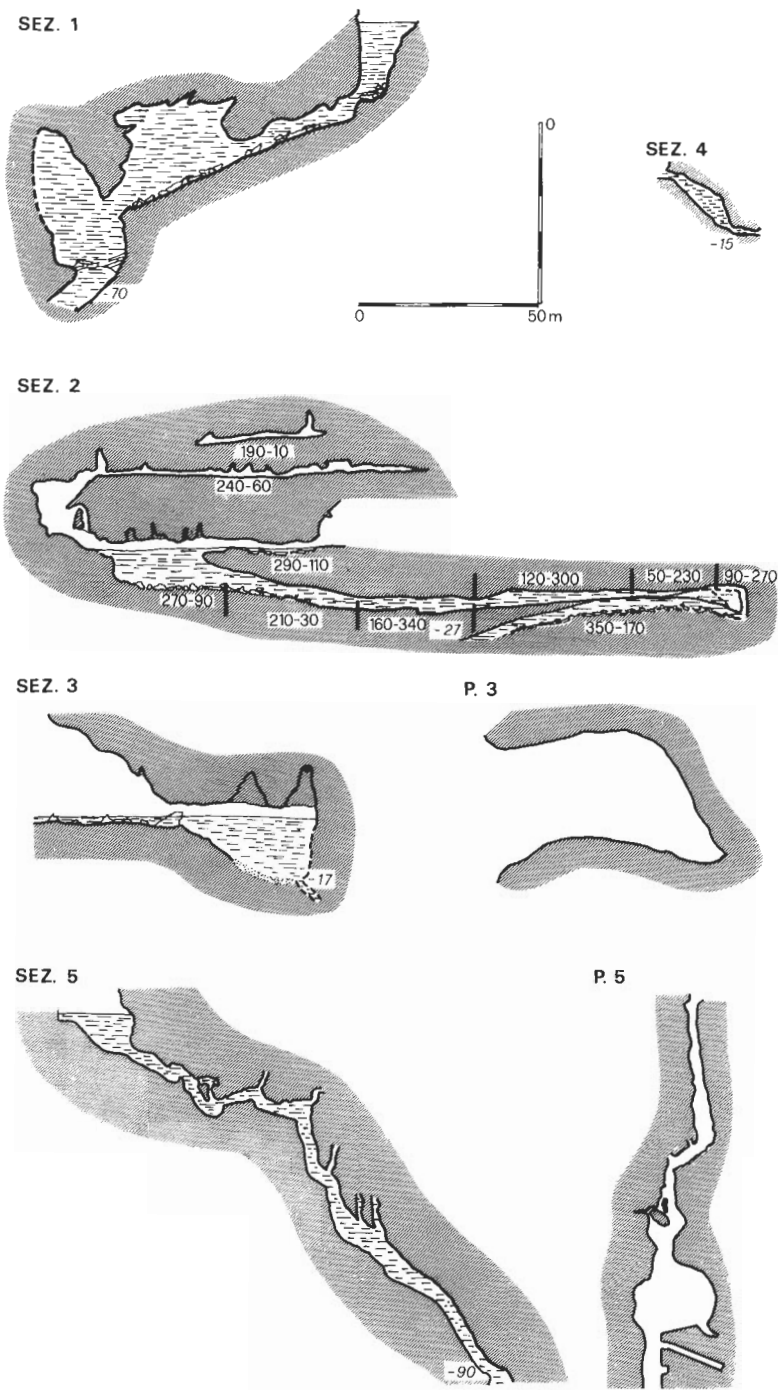


Fig. 2 - Sezioni e planimetrie di alcune delle sorgenti esaminate: 1) Ponte Subiolo (Grotta dell'Elefante) (rilievo C.N.S.A. S.S., sempl.); 2) Cogol dei Siori (rilievo Gruppo Grotte Giara Modon, GS CAI VR, COVAS, sempl.), le coppie di numeri indicano gli azimut degli estremi di ciascun segmento; 3) Cogol dei Veci (rilievo GS CAI Mestre, sempl.); 4) Forame (rilievo A. Fileccia, sempl.); 5) Gorgazzo (rilievo Carbonere e Fileccia, sempl.).

Località Oliero

F° 37 IV SE Valstagna

Long. 0°47'06" Ovest da M. Mario; Lat. 45°50'37" Nord

Quota 147 m s.l.m.

Totale campionamenti: 89

12 - COGOL DEI VECI (GROTTA CECILIA DE BAONE)

Long. 0°47'00" Ovest da M. Mario; Lat. 45°50'33" Nord

Quota 155 m s.l.m.

Totale campionamenti: 57

Le sorgenti dell'Oliero sono ubicate sul fondovalle della Val Brenta in destra idrografica. L'acqua fuoriesce da ampie cavità distanti tra loro circa 200 m, denominate Cògol (o Còvol) dei Siori e Cògol dei Veci. La portata media della prima sorgente è di 5,4 m³/s con massimo di 27 m³/s e minimo di 800 l/s.

La portata media della seconda è di 4,3 m³/s con massimo di 40 m³/s ed un episodio di piena eccezionale valutato a 100 m³/s, è minimo di 200 l/s. Le variazioni di portata sono molto rapide e si producono con uno sfasamento di 6-12 ore rispetto alle precipitazioni sull'altopiano.

Nell'arco dell'anno si osservano un prolungato periodo di magra invernale, connesso alle precipitazioni nevose e un prolungato periodo di morbida estivo, legato allo scioglimento delle nevi (DAL PRÀ & STEVAN, 1969).

La temperatura media della sorgente Cògol dei Siori è risultata di 8,9 °C, con valori estremi di 8,5 °C e di 9,2 °C. La durezza totale risulta di 141 mg/l, l'anidride carbonica di 4,6 mg/l.

La sorgente del Cògol dei Siori fuoriesce da un ampio sifone rovescio profondo 13 m, situato all'interno di una grotta. La cavità ha uno sviluppo di interstrato, con accesso da un basso portale quasi a pelo dell'acqua. Con imbarcazione si raggiunge un vano notevolmente concrezionato, che dà accesso a un ramo inattivo superiore, sviluppato lungo gli strati e pure ben concrezionato. La grotta ha un utilizzo turistico, mentre le acque sono captate all'interno del sifone per essere sollevate fino all'altopiano sovrastante, dove vengono distribuite in vari acquedotti (la quantità massima prelevata è di 1,2 m³/s) (fig. 2, Sez. 2).

La sorgente del Cògol dei Veci fuoriesce da un sifone rovescio profondo 45 m, situato all'estremità di un ampio vano che costituisce l'omonima grotta (fig. 2, Sez. 3, p. 3).

13 - NASSA

Altopiano dei Sette Comuni - Val Brenta

Comune di Bassano del Grappa

Località Campese

F° 37 II NO Bassano del Grappa

Long. 0°44'39" Ovest da M. Mario; Lat. 45°48'10" Nord
Quota 143 m s.l.m.
Totale campionamenti: 63

La sorgente è situata sul fondovalle della Val Brenta in destra idrografica circa 6 km a valle di Valstagna, nei pressi della frazione di Campese. Si tratta di una sorgente perenne con portata media di circa 0,35 m³/secondo. La temperatura media è di circa 10,2 °C e la durezza totale media di 152 mg/l.

La sorgente sgorga da una piccola cavità nella Dolomia Principale al limite fra roccia ed alluvioni alla base di un'ampia concavità del grande versante che a monte culmina con il Monte Caina. Dalla sorgente si origina il torrente Rea che dopo circa 1 km affluisce nel Brenta.

14 - STUE

Altopiano dei Sette Comuni - Val Brenta

Comune di Bassano del Grappa

Località Campese

F° 37 II NO Bassano del Grappa

Long. 0°44'37" Ovest da M. Mario; Lat. 45°47'58" Nord

Quota 130 m s.l.m.

Totale campionamenti: 65

La sorgente è situata sul fondovalle della Val Brenta in destra idrografica, circa 6,5 km a valle di Valstagna e 300 m a Sud di Campese. Si tratta di una sorgente perenne con portata media di circa 40 l/secondo. La temperatura media è di circa 13 °C e la durezza totale media di 181 mg/l.

La sorgente sgorga dalla falda detritica che riveste la base del grande versante rupestre costituito dalla formazione dei Calcari Grigi del Lias.

IL MONTELLO ⁶⁾

Il Montello è un colle isolato nell'ambito dell'alta pianura veneta, dal contorno circa ovale, con superficie di circa 60 km² e altezza massima di 369 m. L'asse maggiore, allungato per circa 13 km in senso ENE-WSW, risulta subparallelo alle dorsali delle Colline Trevigiane e delle Prealpi Bellunesi situate a NE.

Il colle è composto prevalentemente da una formazione conglomeratica a cemento carbonatico con intercalazioni argillose ed arenacee di età messiniana ripiegata a costituire un'ampia anticlinale il cui asse tettonico coincide con quello orografico dello stesso colle. Secondo i recenti profili sismici dell'AGIP il fianco

⁶⁾ A cura di A. Fileccia.

sud dell'anticlinale assumerebbe i caratteri di una piega-faglia con piano tettonico inclinato verso NW.

Da un punto di vista generale l'acquifero del Montello si può considerare di tipo carsico con due livelli di base:

— uno lungo il margine settentrionale del Colle, al contatto con la piana alluvionale del Piave, dove sboccano varie sorgenti quasi tutte temporanee a quote comprese fra 85 m e 130 m;

— uno lungo le pendici meridionali, verso la pianura, tra Nervesa e Volpago, dove si trovano le sorgenti del Forame, Abbazia e Conca, a quote comprese fra 100 m e 160 m.

È possibile che esista una comunicazione idrica diffusa tra l'acqua carsica di fondo nel conglomerato e le falde nei depositi alluvionali grossolani dell'alta pianura.

Qui di seguito ci limitiamo a descrivere brevemente la sorgente principale.

15 - FORAME

Colle del Montello

Comune di Giavera del Montello

Località: Val Giavera

F° 38 III NE Volpago del Montello

Long. 0°17'30" Est da M. Mario; Lat. 45°48'22" Nord

Quota 100 m s.l.m.

Totale campionamenti: 12

La sorgente è situata alla testata di una valletta percorsa dal torrente Giavera, 1,5 km a Nord del paese di Giavera. Si tratta di una sorgente perenne con una portata dell'ordine di 1,5 m³/secondo. La temperatura media si aggira intorno ai 13,0 °C, mentre il valore medio di durezza totale è di 255 mg/l; l'anidride carbonica è in media pari a 37,2 mg/l.

La sorgente è alimentata da una condotta risaliente di tipo valclusiano situata alla base di una parete verticale nei conglomerati. L'accesso è sbarrato da una griglia di ferro e l'esplorazione è possibile solo con attrezzatura subacquea. Nel tratto esplorato, il cunicolo, inizialmente ampio 8-10 m, si mantiene inclinato di circa 45° fino alla profondità di 15 m. Segue una condotta dapprima suborizzontale, con varie strozzature (1-1,5 m) e quindi ascendente. La presenza di uno spesso deposito di limo rende difficile l'esplorazione ed il rilievo delle diramazioni (fig. 2, Sez. 4).

Il bacino idrografico superficiale del torrente Giavera a monte della sorgente presenta un'ampiezza inferiore ad 1 km² con quote massime di circa 200 metri. Tuttavia il bacino idrogeologico della sorgente presenta certamente dimensioni più ampie come sta a dimostrare la considerevole portata. Recenti esperienze con traccianti (fluorescina) effettuate dal Gruppo Grotte di Treviso hanno permesso di evidenziare una connessione con il sistema carsico della Grotta del Castel Sotterra situata circa 3 km ad Ovest.

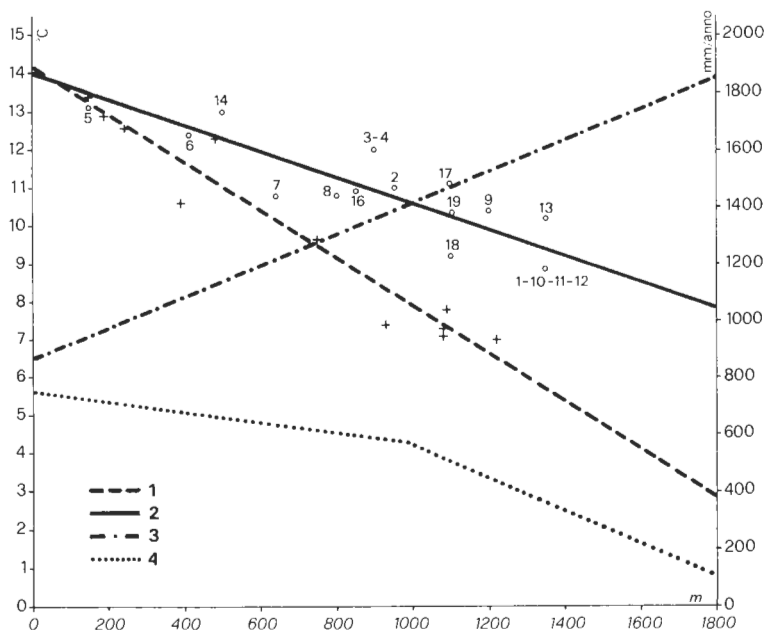


Fig. 3 - Il grafico evidenzia la variazione con l'altezza delle temperature dell'aria e dell'acqua delle sorgenti (asse verticale a sinistra) e inoltre la variazione con l'altezza delle precipitazioni medie annue e dell'evapotraspirazione potenziale (asse verticale a destra). 1) Temperatura media annua dell'aria nelle Prealpi Venete, ricavata dai dati di undici stazioni termometriche, indicate con il segno +; 2) retta di regressione della temperatura media dell'acqua delle sorgenti carsiche esaminate, indicate con il segno o (la numerazione corrisponde a quella della tab. 2, l'altezza considerata è quella mediana del bacino di alimentazione presunto); 3) precipitazioni medie annue; 4) evapotraspirazione potenziale. Per una data quota la differenza tra le ordinate della linea 3 e della linea 4 corrisponde al surplus d'acqua.

DORSALE DELLE PREALPI BELLUNESI ⁷⁾

Le Prealpi Bellunesi constano di una dorsale asimmetrica con il versante meridionale più ripido del settentrionale. Tale dorsale corrisponde ad una piega anticlinale che interessa le formazioni carbonatiche giurassiche e cretacee. Le principali sorgenti si trovano alla base del grande versante meridionale. Qui di seguito illustriamo soltanto la sorgente del Meschio che si trova ai piedi del Col Visentin, che con i suoi 1763 m rappresenta la culminazione della catena.

⁷⁾ A cura di V. Toniello.

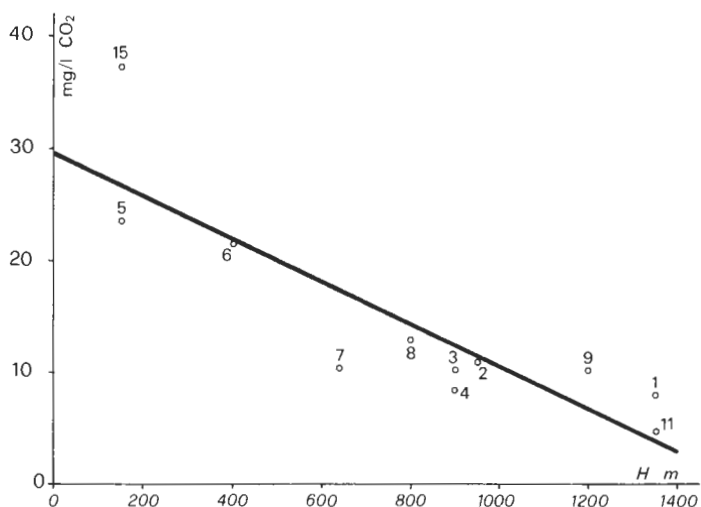


Fig. 4 - Variazione del contenuto di CO₂ nelle acque di alcune sorgenti esaminate con l'altezza mediana del bacino di alimentazione presunto (la numerazione corrisponde a quella della tab. 2).

16 - MESCHIO

Dorsale delle Prealpi Bellunesi - Valle Lapisina

Comune di Vittorio Veneto

Località Savassa

F° 23 II SO Col Visentin

Long. 0°09'48" Ovest di M. Mario; Lat. 46°01'17" Nord

Quota 215 m s.l.m.

Totale campionamenti: 4

La sorgente, di tipo perenne, è situata alla base del grande versante sudorientale del Col Visentin, circa 500 m a NNE del casello autostradale di Vittorio Veneto Nord. La portata media è stata stimata intorno ad 1-1,5 m³/s. La temperatura media è di 10,9 °C. Altri caratteri chimico-fisici sono: pH 7,25, durezza totale 165 mg/l, durezza calcio 124 mg/l. L'acqua trabocca da un laghetto contenuto in una conca rocciosa imbutiforme del diametro di una decina di metri, situata alla base di una parete subverticale, costituita da calcari del Giurassico superiore con giacitura molto inclinata. Scende parte in ripida cascata, parte lungo un canale artificiale che alimenta un setificio. La cavità alimentatrice della sorgente è stata recentemente esplorata da speleologi subacquei che sono penetrati per una sessantina di metri lungo una galleria non rettilinea e con restringimenti.

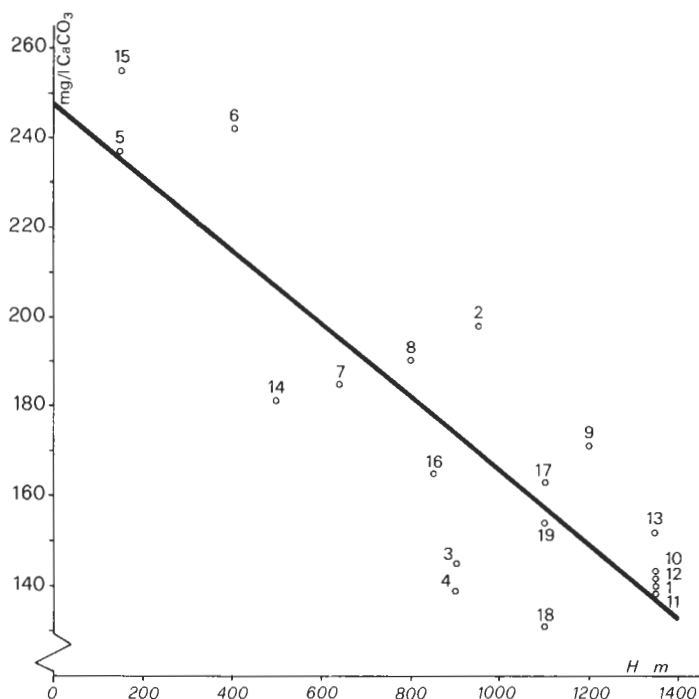


Fig. 5 - Variazione della durezza totale delle acque, espressa come mg/l di CaCO₃, con l'altezza mediana del bacino di alimentazione presunto (la numerazione corrisponde a quella della tab. 2).

GRUPPO DEL CANSIGLIO - CAVALLO - COL NUDO ⁸⁾

Il Gruppo del Cansiglio-Cavallo, della superficie complessiva di circa 450 km² di forma grossomodo rettangolare, allungato in senso SW-NE consta di un sistema di altopiani ben articolati su cui si innalza un imponente massiccio rupestre: il Monte Cavallo (2220 m). Nell'ambito degli altopiani butterati dalle doline si trovano racchiuse alcune grandi conche dal fondo suborizzontale con caratteri di polje (piani del Cansiglio e del Cavallo). Gli altopiani, situati a quote comprese fra i 1100 m ed i 1600 m, sono contornati da grandi scarpate le cui basi si raccordano con le colline subalpine o con l'alta pianura. Dal punto di vista geologico il gruppo montuoso è costituito da un blocco di calcari di scogliera del Cretaceo e di calcari giurassici sollevati e sovrascorsi verso Sud a costituire un originale promontorio prealpino.

⁸⁾ A cura di V. Toniello.

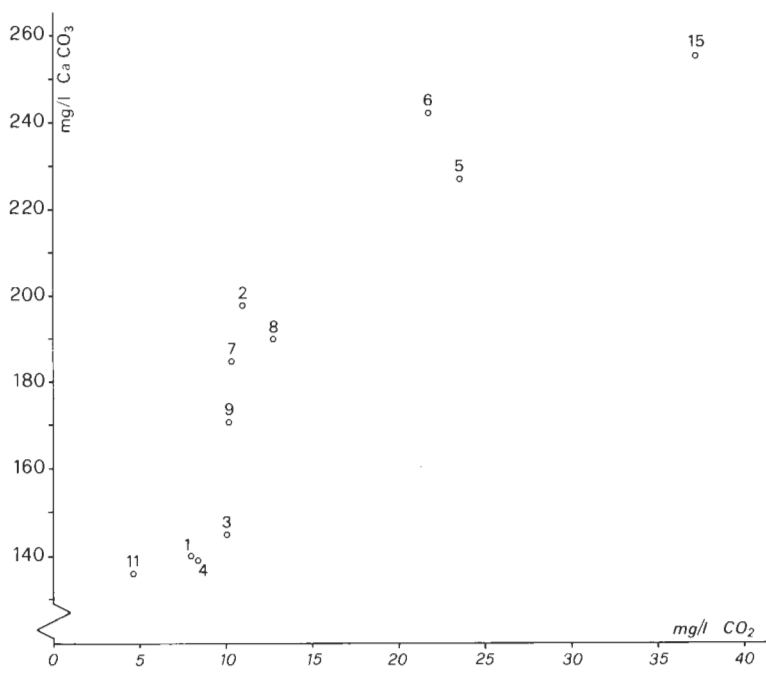


Fig. 6 - Relazione tra il contenuto in CO₂ e la durezza totale delle acque esaminate (la numerazione corrisponde a quella della tab. 2).

Il sistema di sorgenti allineate alla base della scarpata sudorientale, su una fascia lunga circa 5 km, si spiega con il fatto che qui si trovano i punti topografici meno elevati (a quote comprese fra 30 m e 50 m) ove affiorano le formazioni carsificabili del massiccio. Tali sorgenti che danno origine al fiume Livenza sono dunque situate al livello di base del massiccio carsico e rappresentano dei punti di «trabocco» dell'«acqua di fondo». La portata complessiva media stimata (compresa la sorgente del Naorin che non viene qui di seguito descritta) è di oltre 11 m³/secondo, un valore particolarmente elevato che fa supporre che quasi tutta l'acqua del massiccio defluisca da questo sistema. La curiosa differenza nelle temperature delle acque delle sorgenti principali pone tuttavia alcuni interrogativi sugli effettivi bacini di alimentazione.

17 - SORGENTE DEL MOLINETTO O DELLA LIVENZA

Gruppo del Cansiglio-Cavallo
 Comune di Polcenigo
 Località Molinetto
 F° 24 III SO Polcenigo
 Long. 0°01'17" Est da M. Mario; Lat. 46°00'28" Nord

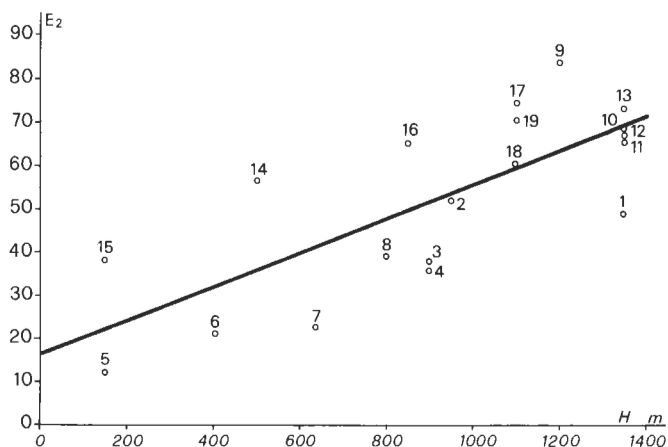


Fig. 7 - Variazione dell'erosione carsica E_2 , espressa come $m^3/km^2/anno$, con l'altezza mediana H dei bacini in m s.l.m.. La retta di regressione ha equazione $E_2 = 0,0392 H + 16,2$.

Quota 32 m s.l.m.

Totale campionamenti: 6

La sorgente del Molinetto situata 1,6 km a sud della Santissima consiste in un allineamento di polle perenni che affiorano dal detrito di falda. La portata media è stata stimata intorno a $2 m^3/s$. Il regime è caratterizzato da piene primaverili ed autunnali e da magre estive ed invernali. La temperatura media è di $11,1 ^\circ C$. La durezza totale è di $163 mg/l$. Altri caratteri chimico-fisici sono: pH 7,25, durezza calcio $138 mg/l$.

Anche in questo caso analogamente alla sorgente Santissima l'alimentazione può essere considerata, con ragionevole certezza, di tipo carsico, anche se gli sbocchi delle condotte sono mascherati dal detrito di falda.

18 - SORGENTE SANTISSIMA O DELLA LIVENZA

Gruppo del Cansiglio-Cavallo

Comune di Polcenigo

Località Santissima

F° 24 III SO Polcenigo

Long. $0^\circ 01' 22''$ Est da M. Mario; Lat. $46^\circ 01' 20''$ Nord

Quota 32 m s.l.m.

Totale campionamenti: 8

La sorgente, che consta di una serie di scaturigini perenni, è situata circa 2 km ad WSW del paese di Polcenigo. La portata è di difficile valutazione; è stata tuttavia stimata una portata media di circa $6 m^3/s$. Il regime è caratterizzato da piene primaverili ed autunnali e da magre estive ed invernali. La temperatura

media è di 9,2 °C con variabilità entro 8,9 °C e 10 °C. Il pH medio è di 7,4, la durezza totale di 131 mg/l di cui 108 mg/l come durezza calcio. L'acqua scaturisce da 5-7 polle, disposte a semicerchio lungo un arco di circa 250 metri, comprese in un intervallo altimetrico di 2-3 metri. Le polle di quota più elevata presentano una portata minore e meno costante rispetto alle altre. Tutte fuoriescono dal detrito di falda che si trova ai piedi del versante roccioso; tuttavia le portate ed i caratteri chimico-fisici dell'acqua indicano che l'alimentazione avviene attraverso condotte carsiche i cui sbocchi sono mascherati dai depositi di versante.

19 - GORGAZZO

Gruppo del Cansiglio-Cavallo

Comune di Polcenigo

Località Gorgazzo

F° 24 III SO Polcenigo

Long. 0°02'40" Est da M. Mario; Lat. 46°02'20" Nord

Quota 50 m s.l.m.

Totale campionamenti: 6

La sorgente si trova circa 1 km a NNW di Polcenigo, ai piedi di una parete calcarea, alla base del grande versante sudorientale del gruppo montuoso. Si tratta di una sorgente perenne, anche se sono stati segnalati pochi episodi eccezionali di disseccamento. La portata media stimata è circa 3 m³/s, quella massima di oltre 10 m³/s. Il regime è caratterizzato da piene primaverili ed autunnali e da magre estive ed invernali. La temperatura media è di 10,3 °C, con una variabilità entro i valori di 10,0 °C e di 11,4 °C. Altri caratteri chimico-fisici presentano i seguenti valori: pH 7,2, durezza totale 154 mg/l, di cui 128 mg/l come durezza calcio.

La sorgente si presenta come un limpido laghetto subcircolare del diametro massimo di circa 15 m. Il fondale è imbutiforme con una profondità fra due e nove metri. Al centro dell'imbuto si apre la condotta alimentatrice esplorata dagli speleologi subacquei sino ad una profondità di 90 m (quota di - 40 m s.l.m.), che si presenta come una galleria di alcuni metri di diametro ed una inclinazione di circa 45° (fig. 2, Sez. 5, p. 5).

Considerazioni conclusive

Sulla base dei dati raccolti per ogni sorgente e precedentemente illustrati (Tab. 2) è stata calcolata l'entità dell'erosione chimica per ciascun bacino, utilizzando la formula sopra indicata, senza considerare la mineralizzazione iniziale dell'acqua. Come risulta dalla tabella 2 i valori variano tra 12 e 83 m³/km²/anno, con una media di 52,3 m³/km²/anno.

Per poter valutare l'influenza di alcuni parametri ambientali sulle caratteristiche chimico fisiche delle acque e quindi sull'entità dell'erosione chimica abbiamo

Elenco delle sorgenti e relativi dati geografici, climatici e chimico-fisici.

Nome della sorgente	Altezza mediana del bacino in s.l.m.	Quota della sorgente in s.l.m.	Temperatura dell'acqua °C	Precipitazioni del bacino mm/anno	Surplus medio del bacino mm.	Portata media approssimativa l/s	Durezza totale media mg/l di CaCO ₃	Calcio media mg/l di CaCO ₃	CO ₂ media mg/l	E. erosione carsica t/km ² /anno	E ₂ erosione carsica m ³ /km ² /anno
1 Bergola	1350	870	8.9	1250	870	34	140	136	8.0	122	49
2 Fontanasanta	950	350	11.0	1250	655	40	198	—	10.9	130	52
3 Sorzo	900	410	12.0	1250	650	12	145	—	10.1	94	38
4 Casette	900	415	12.0	1250	650	2,5	139	—	8.4	90	36
5 Parona	150	75	13.1	850	125	2,5	237	228	23.6	30	12
6 Lori	405	110	12.4	850	215	67	242	236	21.6	52	21
7 Azzago	640	570	10.8	950	305	0,1	185	185	10.2	56	23
8 Squarà	800	65	10.8	1125	510	2000	190	157	12.8	97	39
9 Poneleita	1200	1100	10.4	1700	1220	0,5	171	—	10.1	209	83
10 Ponte Subiolo	1350	170	8.9	1575	1200	3200	143	—	—	172	69
11 Cogol dei Siori	1350	147	8.9	1575	1200	5400	141	—	4.6	166	66
12 Cogol dei Veci	1350	155	8.9	1575	1200	4300	142	—	—	170	68
13 Nassa	1350	143	10.2	1575	1200	350	152	—	—	182	73
14 Stue	500	130	13.0	1450	780	40	181	—	—	141	56
15 Forame	150	100	13.0	1100	375	1500	255	—	37.2	96	38
16 Meschio	850	215	10.9	1600	990	1250	165	124	—	163	65
17 Molinetto	1100	32	11.1	1700	1145	2000	163	138	—	187	75
18 Santissima	1100	32	9.2	1700	1145	6000	131	108	—	150	60
19 Gorgazzo	1100	50	10.3	1700	1145	3000	154	128	—	176	71

analizzato le possibili correlazioni. In particolare abbiamo confrontato le seguenti variabili ambientali: altitudine mediana del bacino, temperatura media annua dell'aria, precipitazioni annue, evapotraspirazione potenziale annua, con le seguenti caratteristiche delle acque: portata, durezza totale, CO₂ disciolto, temperatura media; tra queste ultime sono state ricercate anche le possibili interrelazioni.

Le principali caratteristiche del clima delle aree prealpine investigate sono schematizzate nella fig. 3 dove si osserva che le temperature medie annue vanno decrescendo con l'altitudine secondo un gradiente medio di circa $-0,63$ °C ogni 100 m; le precipitazioni aumentano con l'altitudine passando da valori intorno a 850 mm/anno a quote di circa 100 m s.l.m. sino a valori di circa 1.600 mm/anno a quote intorno a 1.300 m. Va tenuto presente che le Prealpi Venete, costituendo la prima serie di rilievi a Nord della pianura padano-veneta, sono spesso soggette a fenomeni di precipitazioni orografiche, particolarmente abbondanti alle quote più elevate.

L'evapotraspirazione potenziale calcolata secondo il metodo proposto da Thornthwaite per tre stazioni scelte come rappresentative dell'ambiente prealpino (Marzana 135 m, Foza 1.083 m e Monte Grappa 1.690 m) presenta valori che vanno diminuendo da 730 mm/anno nella fascia pedomontana a circa 570 mm/anno a una altitudine intorno a 1.100 m e successivamente a soli 120 mm/anno a 1.700 m. Il surplus d'acqua va dunque crescendo con l'altitudine, risultando per le tre stazioni esaminate rispettivamente di circa 210 mm, 880 mm, 1.660 mm.

Per evidenziare meglio l'influenza del clima sulle caratteristiche delle acque carsiche, sono state considerate non tanto le quote delle sorgenti, bensì le quote mediane dei bacini alimentatori, delimitati sulla base di considerazioni geomorfologiche e idrologiche. Per i bacini maggiori a questo scopo sono state costruite le relative curve ipsografiche.

Nella fig. 3 sono state riportate anche le temperature delle acque in relazione alle altitudini mediane dei rispettivi bacini. Il gradiente medio è risultato essere di $-0,34$ °C ogni 100 m, nettamente inferiore a quello della temperatura media annua dell'aria.

Qui di seguito vengono illustrati solo i diagrammi ove è risultata una interdipendenza tra le variabili esaminate.

La fig. 4 evidenzia il contenuto medio di CO₂ nell'acqua in funzione della quota mediana del bacino alimentatore di ogni sorgente esaminata; si nota che i valori di CO₂ vanno decrescendo al crescere dell'altezza così che nell'intervallo di mille metri la quantità di CO₂ disciolta si riduce a circa un terzo di quella contenuta nelle acque di bacini prossimi al livello del mare. I valori della durezza totale decrescono da circa 245 mg/l alle quote più basse a circa 140 mg/l per le acque provenienti dai bacini alle quote più elevate (fig. 5). L'interrelazione tra la quantità di CO₂ disciolto nell'acqua e la durezza viene ben evidenziata nel grafico della fig. 6, dalla quale sembra risultare che al crescere del CO₂ si ha un aumento della durezza dapprima grande e poi sempre più modesto.

Per quanto riguarda l'erosione chimica infine dalla fig. 7 risulta evidente come questa, nonostante una certa dispersione dei dati, nel complesso aumenti con l'altezza, variando i valori da circa 25 m³/km²/anno alle quote più basse a valori intorno a 70 m³/km²/anno per i bacini di quota più elevata. Tale variazione è determinata

dal forte incremento del surplus d'acqua con l'altitudine, che è prevalente rispetto alla diminuzione della durezza. I valori dell'erosione chimica da noi calcolati per le Prealpi Venete concordano con quelli riportati nella letteratura per aree carsiche delle medie latitudini sia italiane (ACCORDI ET AL., 1969; BONI & BONO, 1979; DEMANGEOT, 1967, LUPA PALMIERI & ZUPPI, 1977, PFEFFER, 1967) che straniere (CORBEL, 1959; PULINA, 1974; GAMS, 1974).

BIBLIOGRAFIA

- ABRAMI G., 1963 - Il fenomeno carsico ai piedi dell'Altopiano dei Sette Comuni. *Rass. Speleol. It.*, 15 (4): 3-19.
- ABRAMI G. & MASSARI F., 1968 - La morfologia carsica del colle del Montello. *Riv. Geogr. It.*, 75, 45 pp.
- ACCORDI B., ANGELUCCI A., AVENA G.C., BERNARDINI F., BONI C.F., BRUNO F., CERCATO M., COPPOLA B., FIORE G., FUNICELLO R., GIGLIO G., LA MONICA G.B., LUPA PALMIERI E., MATTIOLI B. & PAROTTO M., 1969 - Idrogeologia dell'alto bacino del Liri (Appennino Centrale). *Geologica Romana*, 8: 177-599.
- ATKINSON T.C. & SMITH D.I., 1976 - The erosion of limestones. In T.D. FORD, C.H.D. CULLINGFORD, *The Science of Speleology*, Academic Press, London, 593 pp.
- BACIGA M.T., 1983 - Sorgenti carsiche ed erosione chimica nel Monte Baldo meridionale. *Tesi di Laurea*, Univ. Padova, Ist. di Geografia, 125 pp. e tabelle.
- BONI C.F. & BONO P., 1979 - Essai de bilan hydrogeologique dans une region karstique de l'Italie Centrale. *Duxieme Monographie Hydrogeol. Karst.*, A.I.H., UNESCO, 1979, 29 pp.
- BORTOLAMI G., RICCI B. & ZUPPI G.M., 1983 - Idrogeologia del sistema carsico di Bossea (Val Corsaglia, Alpi Marittime, Italia). *Atti Conv. Int. Carso alta montagna*, Imperia 1983, 37-52.
- CARBONERE R., FILECCIA A. & MANGINI P., 1957 - La sorgente del Gorgazzo ed alcuni problemi di speleologia subacquea. «*Itinerari*», a. 9, n. 30, Pordenone.
- CORBEL J., 1959 - Erosion en terrain calcaire. *Ann. de Geogr.*, 68 (366): 97-120.
- COZZAGLIO A., 1933 - Note illustrative della carta geologica delle Tre Venezie. Fogli Peschiera e Mantova. Parte I, Geologia; Parte II, Idrografia. *Mag. Alle Acque di Venezia*; 130-66.
- DALLA ZUANNA E. & MINCIOTTI G., 1985 - Oliero e le sue risorgenti, *Speleol.*, 13: 30-33.
- DAL PRÀ A. & STEVAN L., 1969 - Ricerche idrogeologiche sulle sorgenti carsiche della zona di Valstagna, in destra Brenta, ai piedi dell'Altopiano dei Sette Comuni (Prealpi Venete). *Tecnica Italiana*, a. 34, n. 10, 13 p., 5 tav.
- DAL PRÀ A., 1974 - Dimensioni dell'attività solvente della circolazione carsica sull'Altopiano dei Sette Comuni (Prealpi Venete). *Atti Ist. Veneto Sc. Lett. Arti*, 132: 1-10.
- DEMANGEOT J., 1967 - Sur une curbe de dissolution des calcaires en montagne méditerranéenne. *Mem. et Doc., C.N.R.S.*, 4: 185-191.
- FILECCIA A. & FANTIN M., 1981 - Alcuni contributi alla conoscenza geomorfologica della grotta del Castel Sotterra (Montello). *Atti I° Convegno Triveneto Speleol.*, Treviso 1980, 38-48.
- GAMS I., 1974 - Kras. *Izdala Slovenska matica*, Ljubljani; 360 pp.
- HIGH C. & HANNA F.K., 1970 - A method for the direct measurement of erosion on rock surfaces. *Brit. Geomorph. Res. Group. Tech. Bull.* 5: 24.

- LUPIA PALMIERI E. & ZUPPI G.M., 1977 - Il carsismo degli altopiani di Arcignazzo. *Geologica Romana*, 16: 309-390.
- MEDEOT L.S., 1965 - La sorgente del Gorgazzo. *Mondo Sotterraneo* 1965, 68-71.
- MEDEOT L.S., 1965 - Accertata l'esistenza del proteo nella grotta Parolini di Oliero-Valsugana. *Mondo Sotterraneo* 1965, 53-57.
- PFEFFER K.H., 1967 - Beiträge zur Geomorphologie des Karstbecken im Bereiche des Monte Velino (Zentralapennin). *Frankfurter Geograph.*, Hefte 42, 86 pp.
- PULINA M., 1974 - Denudacja chemiczna na obszarach Krasu węgelnowego. *Polska Akad. Nauk., Inst. Geogr. «Pr. Geogr.»*, 105, Wrocław, 159 pp.
- SAURO U., 1985 - La recherche sur l'érosion Karstique dans l'Italie. *Atti «Journées Internationales de karstologie en souvenir de J. Corbel»*, Metz, Centre d'Etudes Géogr. Université, 1985, instampa.
- SORBINI L., 1973 - Relazione idrogeologica sull'area destinata all'ampliamento del cimitero di Montorio. Manoscritto inedito presso Museo Civico St. Nat. Verona.
- TONIOLO A.R., 1907 - Materiali per lo studio dei fenomeni carsici. I. Il Colle del Montello, *Mem. Riv. Geogr. It.*, 3: 257-393.
- TRUDGILL S.T., 1975 - Measurement of erosional weight loss of rock tablets, *Brit. Geomorph. Res. Group. Tech. Bull.*, 17: 13-19.