Atti e Memorie della Commissione Grotte “E. Boegan”	Vol. 41	pp. 5-15	Trieste, 28 febbraio 2007

BARBARA GRILLO (*)

CONTRIBUTO ALLE CONOSCENZE IDROGEOLOGICHE DELL’ALTOPIANO DEL CANSIGLIO

RIASSUNTO

Sono stati condotti rilevamenti idrogeologici mediante analisi isotopiche e fisico-chimiche delle acque circolanti in tre cavità significative dell’Altopiano del Cansiglio (il Bus de la Genziana, il Bus de la Lum ed il Bus del Pal) e sulle acque delle sorgenti Gorgazzo e Santissima per studiare la circolazione idrica ipogea della zona.

L’andamento della composizione isotopica ($\delta\ ^{18}O$) delle acque piovane raccolte in tre pluviometri posizionati a diverse quote nella Conca del Pian Cansiglio non rivela fenomeni particolari di inversione termica e rispetta la normale variazione con l’altitudine, in quanto i valori diventano negativi con l’aumento di quota senza particolari anomalie. Dal confronto tra le acque raccolte in cavità e le acque delle risorgive risulta una sostanziale similitudine nella composizione chimica e nei rapporti tra le specie ioniche presenti. Non sono state rilevate sostanze inquinanti. Lo studio delle acque circolanti in cavità ha dimostrato la presenza di un sistema superficiale di condotte e canali carsici a drenaggio diretto.

SUMMARY

THE HYDROGEOLOGY OF CANSIGLIO PLATEAU (NORTH-EAST OF ITALY): A CONTRIBUTE

Hydrogeological surveys based on isotopic, physical and chemical analysis have been carried out on waters circulating in three caves of the Cansiglio plateau: Bus de la Genziana, Bus de la Lum and Bus del Pal. The results have been compared to those obtained in the same period for Gorgazzo and Santissima springs in order to get an overall picture of the underground waters of this area.

The variation in the isotopic composition ($\delta\ ^{18}O$) of the rainwater stored in three rain gauges located at different heights in the Cansiglio plateau did not show remarkable temperature inversion: the results relate to altitude variations. Contrary to expectations values decrease with increasing altitude. When compared, the chemical composition of underground and spring water (ionic species present) were found to be very similar. No pollutants were found. The study of circulating underground water revealed the presence of a surface system of karstic canals with direct drainage.

(*) Commissione Grotte “E. Boegan”, Società Alpina delle Giulie, C.A.I., Via di Donota, 2, I - 34121 Trieste. e-mail: radi587@yahoo.it, boegan@tin.it.

Introduzione

L'Altopiano del Cansiglio per le sue caratteristiche naturalistiche e ambientali ha sempre suscitato l'interesse degli studiosi di diverse materie scientifiche. Nell'ambito geologico la presenza dell'estesa copertura quaternaria ha rappresentato un limite al rilevamento geologico in senso stretto. La possibilità di entrare nel sottosuolo grazie alla speleologia ha in parte risolto questo problema, completando e/o rinnovando il quadro scientifico complessivo.

L'idrografia superficiale è ridotta al minimo, sostituita da quella sotterranea. Anche se finora non si è potuto stabilire il percorso dei circuiti ipogei, l'alimentazione della falda profonda è data dall'infiltrazione delle acque di precipitazione meteorica nel sottosuolo dell'Altopiano del Cansiglio attraverso inghiottitoi, doline e cavità a prevalente sviluppo verticale.

Con tali presupposti sono state condotte campagne di prelievi idrici in tre cavità significative dell'Altopiano del Cansiglio e nelle sorgenti del Gorgazzo e Santissima, che con altre piccole sorgenti alimentano il Fiume Livenza. Sono state eseguite analisi chimiche e geochimiche sulle acque di grotta e di precipitazione. Con questa ricerca si è voluto contribuire alle conoscenze in campo idrogeologico relativamente al Massiccio del Cansiglio - Cavallo.

Inquadramento generale

L'Altopiano del Cansiglio è situato nelle Prealpi Carniche a cavallo tra il Veneto e il Friuli Venezia Giulia (fig.1) ed è compreso tra le province di Belluno, Treviso e Pordenone. È delimitato ad Ovest dalla Val Lapisina e dal Fiume Meschio, a Nord dai monti dell'Alpago, a Sud e Sud Est dalla pianura veneto-friulana e ad Est si raccorda al Massiccio del Monte Cavallo.

La parte studiata interessa la Conca dell'Altopiano del Cansiglio, che si presenta con un fondo relativamente pianeggiante ad una altitudine media di 1000 metri racchiusa da dorsali che arrivano a quota tra i 1300 e i 1500 metri circa. Tutta la zona è caratterizzata da esemplari fenomeni carsici sia superficiali che ipogei.

Le formazioni geologiche che riguardano il Massiccio del Cansiglio - Cavallo hanno un'età compresa tra il Norico (Triassico superiore) e la fine del Miocene (Terziario). Per quanto riguarda la sola zona del Cansiglio è stata considerata la stratigrafia proposta e aggiornata da Cancian e Ghetti (1989). Le rocce interessate dal fenomeno carsico sono la Scaglia e la Formazione del Calcare di Monte Cavallo.

Sono state considerate significative tre cavità (fig.1): il Bus de la Genziana, il Bus de la Lum e il Bus del Pal. Si aprono tutte nel Pian Cansiglio ad una quota compresa tra 1020 e 1040 metri s.l.m..

Il Bus de la Genziana, cavità rappresentativa del carsismo ipogeo del Cansiglio, è un complesso carsico caratterizzato dall'alternarsi di forre, gallerie, pozzi e caverne per più di due chilometri complessivi di sviluppo ed una profondità di 587 metri. Si apre inizialmente nella Scaglia e si sviluppa quasi interamente nei calcari della Formazione di Monte Cavallo (fig.2). Questa grotta, che si trova per pochi metri nella parte veneta del Cansiglio ed è gestita dal Corpo Forestale dello Stato, è la prima Riserva Naturale Ipogea in Italia grazie al D.M. del 12 luglio 1987.

Il Bus de la Lum si sviluppa totalmente nella Formazione di Monte Cavallo, mentre il Bus del Pal si sviluppa interamente nella Scaglia.

Sebbene le precipitazioni medie annue siano di circa 1800 mm, l'Altopiano del Cansiglio è attualmente privo di idrografia superficiale e presenta un sistema di canalizzazio-

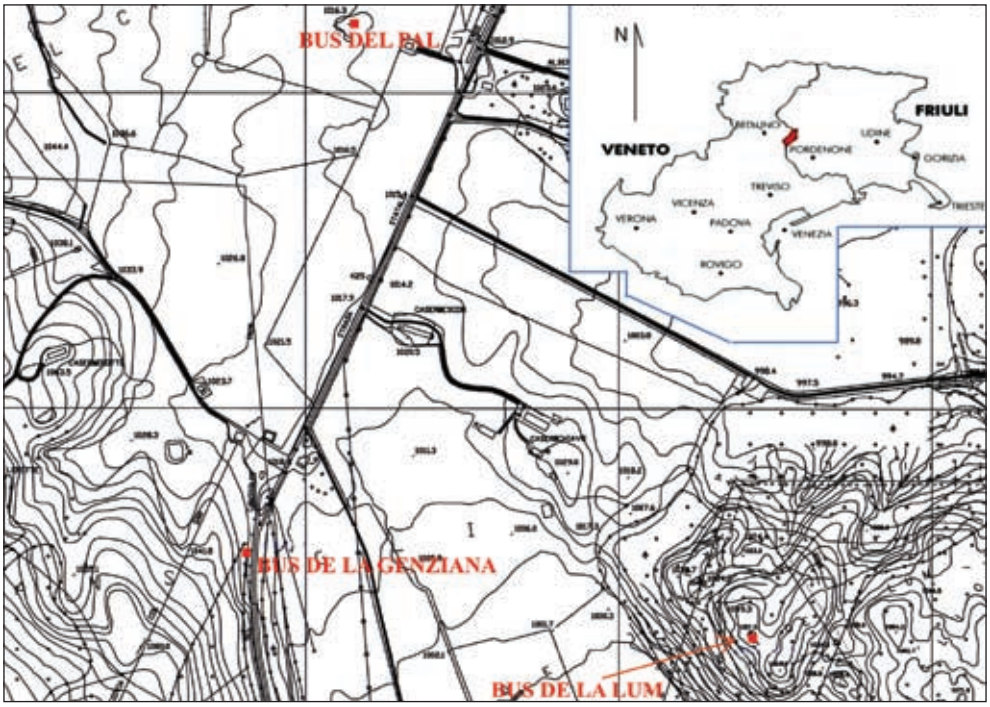

Fig. 1 – Inquadramento geografico del Cansiglio (in alto a destra) e localizzazione delle grotte considerate su CTR del Pian Cansiglio.

ni ipogee che, almeno in parte, alimentano le imponenti sorgenti del Fiume Livenza nella pianura friulano-veneta. Nella Val Lapisina e Fadalto si trovano solo le sorgenti del Fiume Meschio: sgorgano sulla destra orografica e quindi si presume che non ricevano un contributo idrogeologico da parte del Massiccio del Cansiglio - Cavallo.

Peculiarità climatiche del Cansiglio

La morfologia a conca del Cansiglio è all'origine del fenomeno dell'inversione termica per cui la temperatura aumenta con l'aumentare della quota. E così accade che nel fondo del grande catino ci siano i pascoli, più in alto i boschi di conifere e sopra le latifoglie. In particolare l'altopiano risulta avere un proprio topoclima caratteristico che risente degli influssi della sottostante pianura, mentre è riparato dai venti settentrionali dalla catena alpina. Si tratta di un clima temperato freddo con estati fresche, con una spiccata impronta oceanica per la vicinanza del mare Adriatico. Contemporaneamente dai versanti interni scende un flusso di aria fredda che va a depositarsi nella zona centrale della conca, nelle tre grandi doline, e lì rimane imprigionata, determinando localmente condizioni di maggiore continentalità. Questo comporta due fenomeni: il ristagno delle nebbie al fondo e l'inversione termica, ovvero la diminuzione delle temperature procedendo dalla sommità dei rilievi circostanti verso il fondo della conca. La temperatura media annua del Pian Cansiglio risulta perciò essere di 2°C inferiore a quella che dovrebbe avere una zona aperta alla stessa altitudine. Gli estremi termici restano in genere compresi tra 29°C (in luglio) e meno 20°C (in gennaio) con una umidità atmosferica che assume valori elevati quasi tutto l'anno.

Scopo e metodi

L'indagine isotopica delle acque, unitamente a quella fisico-chimica, è un dato di fatto riconosciuto negli studi finalizzati alla ricostruzione teorica dei bacini idrogeologici.

I dati ricavati dalle indagini aiutano nella individuazione di alcuni parametri tra i quali le quote dell'area di ricarica, l'ampiezza e la morfologia dei percorsi soterranei e, spesso, anche l'esistenza e l'entità di miscelazioni tra i più acquiferi, dando buone risposte a dubbi di ordine geologico e strutturale.

Sono state effettuate analisi isotopiche ($\delta^{18}O$) e chimiche su campioni di acqua raccolti nelle cavità Bus de la Genziana, Bus de la Lum e Bus del Pal e nel contesto della campagna di ricerche sono stati posizionati tre pluviometri a quote differenti (a 930 m in Valmenera, 1033 m in Pian Cansiglio, 1295 m in località Campo di Sopra) nella conca con cicli di campionamento mensile da febbraio 2001 a marzo 2002: lo scopo principale era caratterizzare le acque di precipitazione per raffrontarle con quelle raccolte nelle cavità e alle sorgenti, e secondariamente di verificare l'inversione termica nell'ambito della Conca del Cansiglio.

Per motivi organizzativi la campagna di prelievi per l'analisi isotopica ipogea è stata limitata al Bus de la Genziana, dove sono state svolte due campagne di rilevamento di due mesi ciascuna: una a settembre-ottobre 2001 e l'altra a febbraio-marzo 2002.

In generale i punti di prelievo sono stati tre (fig. 2): il Salone alla profondità di -180 m, alla base del pozzo P70 a -420 m e in corrispondenza del sifone terminale a -587 m.

Contemporaneamente alle spedizioni ipogee è stata condotta anche una campagna di prelievi a scopo chimico in tutte e tre le cavità, integrata e comparata con campionamenti delle acque delle due sorgenti principali del Massiccio del Cansiglio - Cavallo: Gorgazzo e Santissima.

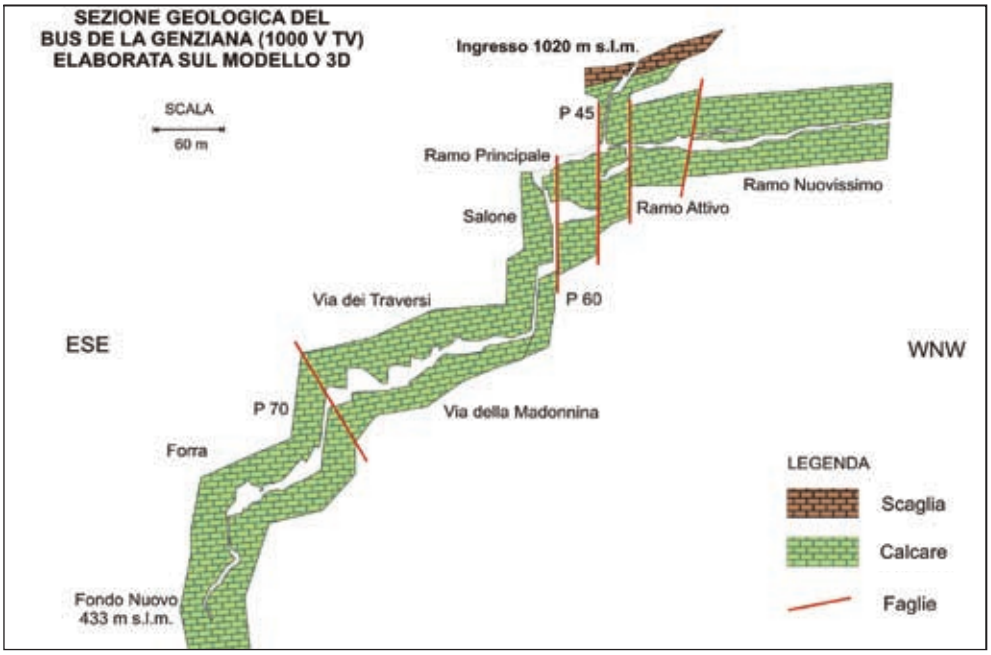

Fig. 2 – Sezione geologica del Bus de la Genziana sulla base del profilo proiettato sul piano SE - NW del modello tridimensionale.

Le analisi geochimiche delle acque piovane e di quelle sotterranee sono state effettuate da Onelio Flora e Laura Genoni presso il Laboratorio di Geochimica Isotopica del Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine dell'Università degli Studi di Trieste. La composizione isotopica dei campioni è stata determinata mediante l'uso dello Spettrometro di Massa e i pluviometri sono stati rapportati alla quantità di precipitazioni per ricavare il gradiente isotopico locale.

Le analisi fisico-chimiche delle acque sono state eseguite da Enrico Merlak della Commissione Grotte "E. Boegan" per conto dello stesso Dipartimento.

I dati termometrici e pluviometrici sono stati forniti dal Centro Meteorologico di Teolo dell'A.R.P.A. Veneto.

La realizzazione del lavoro è stata possibile anche grazie alla disponibilità e alle autorizzazioni ottenute da Veneto Agricoltura - Ufficio di Pian Cansiglio e dal Corpo Forestale dello Stato Comando - Stazione di Pian Cansiglio Ufficio Amministrazione di Vittorio Veneto.

Rilievi, analisi, elaborazioni, sono frutto del lavoro di tesi svolto nell'ambito degli studi sui fenomeni carsici regionali che il DiSGAM conduce da tempo sotto il coordinamento di Franco Cucchi.

Analisi dei dati

Con l'installazione dei pluviometri nella zona oggetto di studio e con la campagna annuale di prelievi si voleva verificare l'esistenza e gli effetti di una inversione termica tra la parte alta e la base della Conca del Pian Cansiglio. La variazione del rapporto isotopico ($\delta\ ^{18}O$) dipende da molteplici fattori, quali la temperatura, l'altitudine, la continentalità, le precipitazioni.

L'andamento della composizione isotopica ($\delta\ ^{18}O$) dei tre pluviometri non rivela fenomeni particolari di inversione tranne in due casi (ad aprile e luglio 2001) e rispetta la normale variazione con l'altitudine, ovvero i valori diventano man mano sempre più negativi con l'aumento di quota (fig. 3).

Il calcolo della composizione isotopica media ponderata per lo stesso periodo ha fornito i seguenti valori, rispettivamente dal pluviometro a quota inferiore a quello a quota più elevata: -7,09/-7,35/-7,70. È stato così calcolato un gradiente isotopico verticale medio pari a 0,16 ‰.

Se si tiene conto che il gradiente isotopico medio per la regione è di circa 0,29 ‰, ciò significa che la morfologia a depressione dell'altopiano porta ad una diminuzione del gradiente medio. La media aritmetica e ponderata annua calcolata per il pluviometro a quota 1033 m è rispettivamente -7,16 e -7,39.

Disponendo dei dati di temperatura della centralina di monitoraggio meteorologico posta nelle vicinanze del pluviometro a quota 1033 m, è stato possibile verificare così la proporzionalità diretta tra composizione isotopica e temperatura al suolo (fig. 3): ad una temperatura di condensazione più bassa corrisponde un contenuto minore di isotopi pesanti, ad una temperatura di condensazione più elevata corrisponde un maggiore contenuto di isotopi pesanti. La composizione isotopica delle precipitazioni è infatti legata alla temperatura di formazione e relativamente alle differenze di questa si possono osservare delle variazioni isotopiche stagionali: le precipitazioni invernali hanno un contenuto più basso di isotopi pesanti rispetto alle precipitazioni estive, come conseguenza del fatto che derivano da un vapore condensato a temperature più basse.

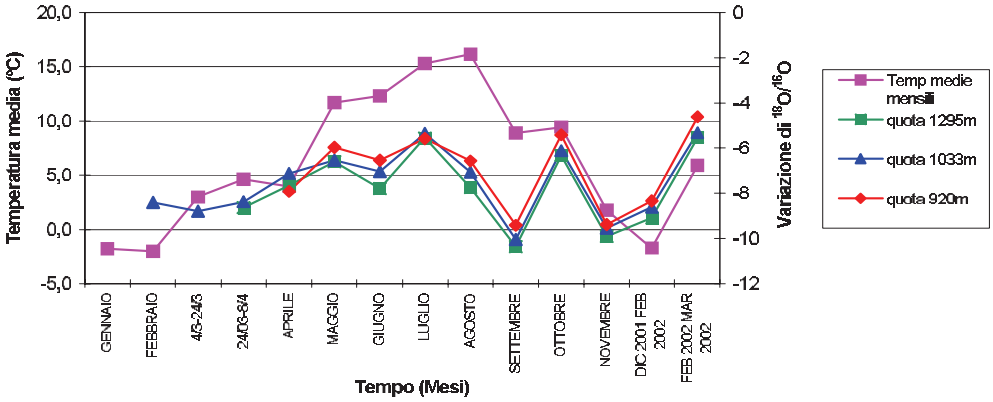

Fig. 3 – Relazione tra la temperatura media annua ed il δ ^{18}O nei tre pluviometri.

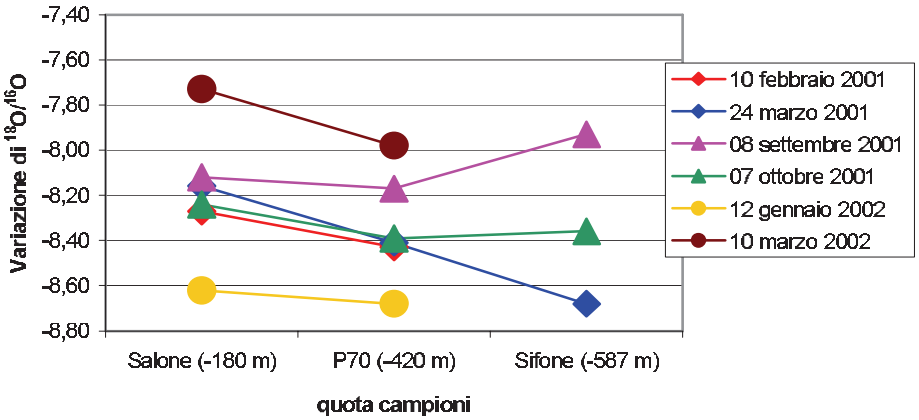

Fig. 4 – Andamento del δ ^{18}O nel tempo nei punti di prelievo a diverse quote nel Bus de la Genziana.

Lo studio idrologico eseguito sulle acque piovane e su quelle ipogee ha consentito di delineare alcune caratteristiche idrodinamiche del massiccio carsico: in particolare i dati isotopici provenienti dai pluviometri sono stati utilizzati, assieme agli altri parametri chimico-fisici, per cercare di capire il circuito di alimentazione del Bus de la Genziana.

Innanzitutto in tutte le cavità è presente acqua di circolazione o di stillicidio con portate differenti nel tempo. Sono state stimate le portate e risulta che in regime di magra e morbida quelle delle acque circolanti nel Bus de la Lum e nel Bus de la Genziana sono pari a qualche litro al secondo, mentre in regime di piena raggiungono i 35 litri per il Bus de la Lum e oltre 200 litri per la Genziana in tempi brevi, anche con precipitazioni di media intensità. Questo fatto assicura la presenza di un sistema superficiale di condotte e canali carsici a drenaggio diretto.

La campagna di prelievi delle acque di circolazione a tre quote differenti nel Bus de la Genziana (Salone alla profondità di -180 m, base del P70 a -420 m e Sifone a -587 m), con la definizione della composizione isotopica delle acque (δ ^{18}O), prova che esistono di-

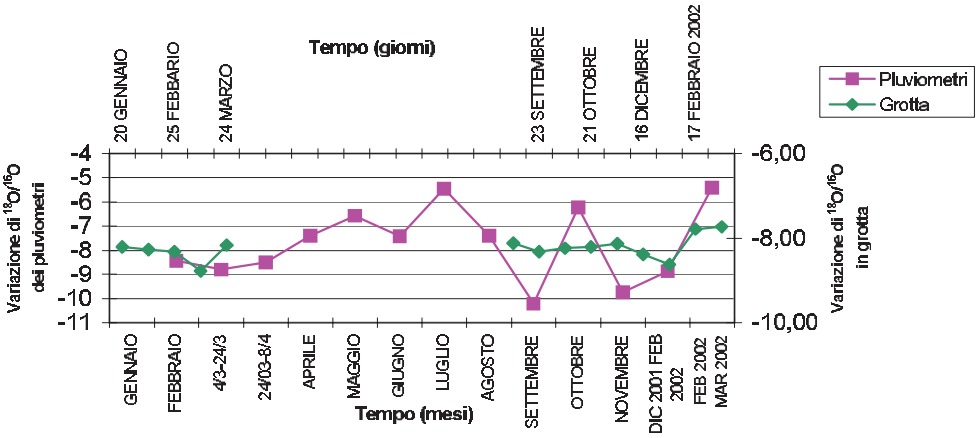

Fig. 5 – Relazione tra i valori del δ ^{18}O dei pluviometri e della cascata del Salone (a 180 metri di profondità) nel Bus de la Genziana in funzione del tempo. Vi sono due scale temporali. I pluviometri hanno l'ascissa inferiore e l'ordinata a sinistra; i prelievi in grotta hanno l'ascissa superiore e l'ordinata a destra.

versi apporti idrici alle diverse quote della cavità e che vanno ad alimentare il corso idrico principale. Nel Salone, che si trova alle quote più elevate (a -180 m dall'ingresso), giungono acque che hanno valori isotopici più positivi di quelli delle acque che confluiscono nel P70 a -420 m. Questo significa che il P70 riceve acque direttamente da quote più elevate di quelle che alimentano la cascata del Salone, acque che vanno a mescolarsi con quelle del corso idrico principale. In prossimità del sifone, invece, le acque campionate presentano valori isotopici discordanti. Il tutto è riportato in figura 4.

Per quanto riguarda la composizione isotopica delle acque della cascata del Salone, alla profondità di -180 m nel Bus de la Genziana, i valori sono comparabili con quelli delle precipitazioni esterne del pluviometro a quota 1033 m (fig. 5), anche se le oscillazioni non sono così marcate come quelle delle acque di precipitazione. In particolare, si notano due tendenze negative, 10 marzo 2001 e 12 gennaio 2002, provocate da parziale fusione delle nevi, che tra l'altro negli ultimi anni non sono state molto abbondanti. Mentre l'inverno 2001 è stato caratterizzato da un tempo molto perturbato con precipitazioni prevalentemente piovose alternate a sporadiche precipitazioni nevose, che hanno portato ad una generale omogeneizzazione dei valori isotopici delle acque con una negativizzazione dovuta alla fusione delle poche nevi cadute in febbraio, nello stesso periodo del 2002 le condizioni meteorologiche sono state più stabili con precipitazioni prevalentemente nevose già da dicembre e con temperature più rigide.

Dal punto di vista fisico-chimico viene avvalorata l'ipotesi di diversi apporti idrici con diversi effetti: è stata infatti accertata una progressiva diminuzione dell'*Indice di Saturazione* (SI) dell'acqua dall'ingresso verso il fondo (fig. 6), il che equivale a dire che nel caso specifico con la profondità il potenziale potere corrosivo dell'acqua aumenta invece di diminuire.[1]

[1] L'indice di saturazione (SI) è stato calcolato secondo il metodo descritto in: Gemiti F., Merlak E., 1999.

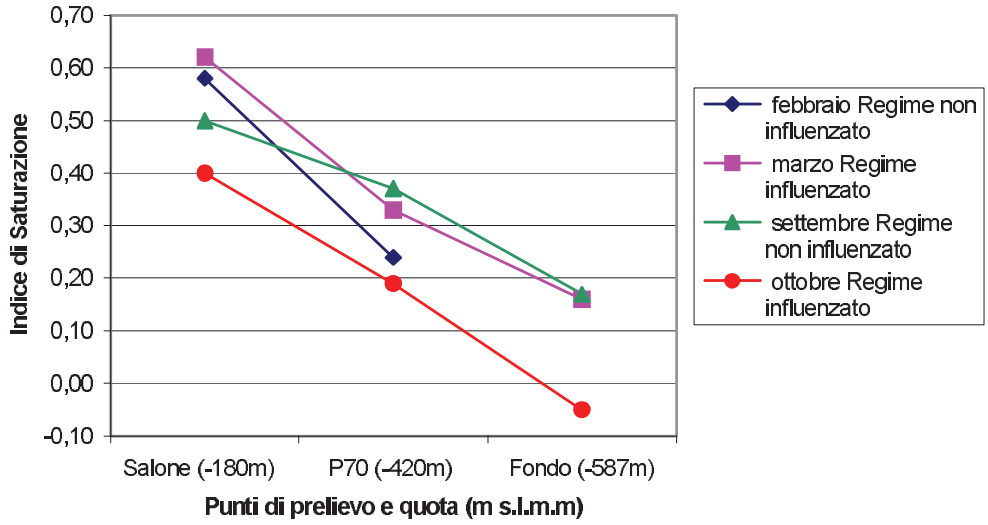

Fig. 6 – Andamento dell'Indice di Saturazione in funzione della profondità nel Bus de la Genziana nei diversi periodi di regime influenzato o meno dalle precipitazioni.

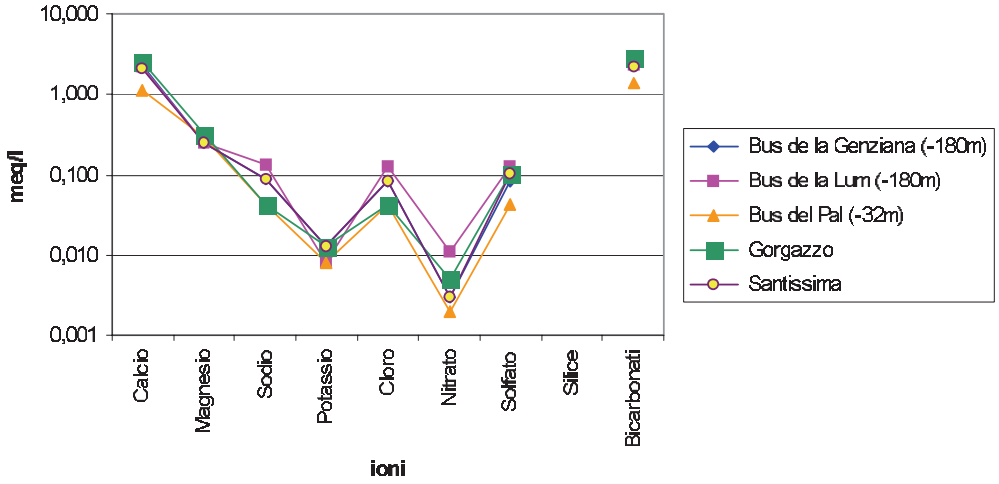

Fig. 7 – Diagramma di Schoeller che mette in relazione i valori delle acque in meq/l delle tre cavità e delle sorgenti in periodo di magra.

Le analisi chimico-fisiche condotte sulle acque delle sorgenti Gorgazzo e Santissima, ove confluiscono parte delle acque del Massiccio del Cansiglio - Cavallo, e quelle condotte sulle acque delle tre cavità studiate indicano una sostanziale identità o per lo meno una similitudine di composizione sia in concentrazioni che nei rapporti tra ioni presenti sia in regime di magra che in regime di morbida (fig. 7, 8 e 9).

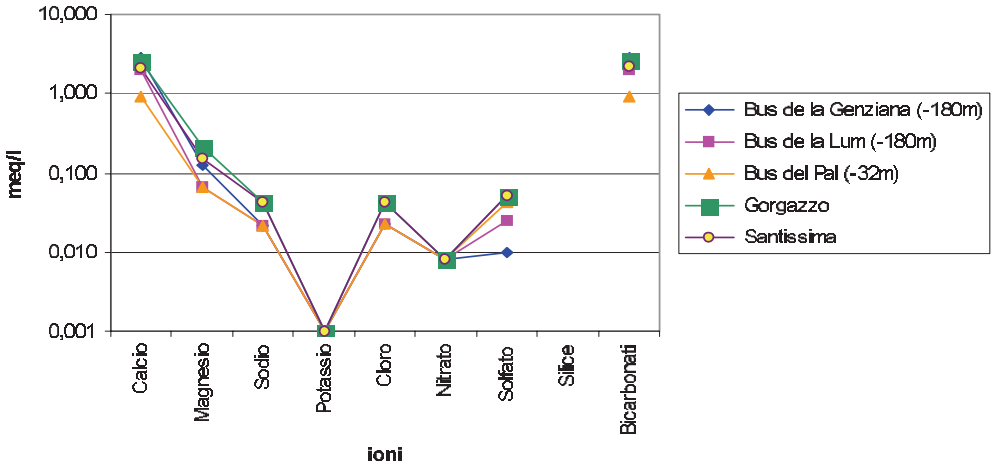

Fig. 8 – Diagramma di Schoeller che mette in relazione i valori delle acque in meq/l delle tre cavità e delle sorgenti in periodo di morbida.

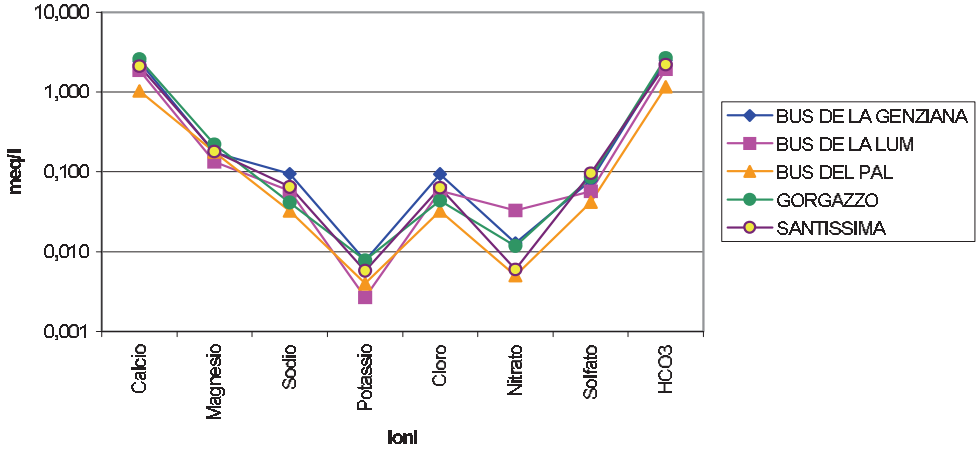

Fig. 9 – Diagramma di Schoeller della media dei valori in meq/l.

Le risorgive hanno concentrazioni di magnesio leggermente maggiori delle acque di cavità ma comunque intorno al 2%.(2)

La scarsità di nitrato e potassio rivela l'assenza di fonti di inquinamento. I cloruri provengono dalla pioggia, lo ione solfato deriva in parte dalle piogge acide(3) ed in parte dai processi ossido-riduttivi del suolo. Il suolo stesso è responsabile del rilascio di piccole quantità variabili di sodio, potassio e magnesio.(4)

---

(2) La composizione chimica delle sorgenti del Livenza è singolare per il basso contenuto di Mg^{2+} che la distingue da gran parte delle altre sorgenti e risorgive carsiche della regione, vedi: a) Mosetti F., 1983 b) Longo Salvador G., 1970.

(3) Per notizie sulle piogge della zona vedi anche: Carniel A., Dotta L., Elli M., Tartari G., 1991.

(4) Nello studio si sono utilizzati anche i dati del Corpo Forestale dello Stato compresi nel progetto CONECOFOR e riguardanti le analisi di sezioni pedologiche dei suoli del Cansiglio.

In particolare dopo il disgelo sono state riscontrate elevate concentrazioni di ioni sodio e cloro nelle acque anche profonde del Bus de la Genziana. Tale presenza è spiegabile con l'uso durante l'inverno del sale come antigelo sulla Strada Statale N° 422 del Pian Cansiglio. Sempre in questa cavità durante le piene sono frequenti i fenomeni di riduzione della sostanza organica, che comportano la formazione di bolle e schiume biancastre negli anfratti e nelle nicchie tra i massi rocciosi.

Per quanto riguarda la silice, i tenori di concentrazione sono bassi sia alle sorgenti sia nel Bus de la Genziana e del Bus de La Lum. Fa eccezione il Bus del Pal con una concentrazione maggiore conseguente all'attraversamento di livelli di selce della Scaglia presenti in questo settore da parte delle acque di percolazione.

Sostanzialmente esiste dunque una affinità tra il chimismo delle acque delle cavità studiate e quello delle due sorgenti del Livenza, anche se tale affinità non è necessariamente una prova della provenienza delle acque stesse. Unica differenza rilevata è l'Indice di Saturazione. Le sorgenti presentano un grado di equilibrio maggiore rispetto alle acque di cavità, con esclusione del fondo della Genziana, le cui acque sono le uniche a potersi dire veramente affini a quelle delle sorgenti. Presentano valori simili di Indice di Saturazione e dello ione calcio in ogni condizione di regime idrico e sempre inferiori ai valori riscontrati nelle parti alte della cavità.

Conclusioni

L'andamento dei valori della composizione isotopica ($\delta\ ^{18}O$) nei tre pluviometri non rivela fenomeni particolari di inversione termica tra la parte alta e la base della Conca del Pian Cansiglio, se non in casi sporadici, e rispetta la normale variazione con l'altitudine: ad una temperatura di condensazione più bassa corrisponde un contenuto minore di isotopi pesanti, ad una temperatura di condensazione più elevata corrisponde un maggiore contenuto di isotopi pesanti.

In tutte le grotte è oggi presente acqua di circolazione o di stillicidio con portate differenti. Le analisi geochimiche e chimiche hanno dimostrato la presenza di un sistema superficiale di condotte e canali carsici a drenaggio diretto. Nel caso particolare del Bus de la Genziana le analisi isotopiche hanno evidenziato un circuito idrologico diretto e complesso: alla quota del P70, ovvero a 350 metri di profondità, è stata provata l'esistenza di una alimentazione di acqua proveniente da quote più elevate rispetto a quella che alimenta la zona del Salone (a 180 metri di profondità), che converge e si mescola con il corso principale.

In generale non sono stati rilevati particolari fenomeni di contaminazione antropica se non dopo il disgelo quando il sale usato d'inverno sulla strada come antigelo entra in soluzione nelle acque di circolazione del Bus de la Genziana.

Ringraziamenti

L'autrice ringrazia il Prof. Franco Cucchi per aver garantito la buona riuscita della ricerca. Ringrazia inoltre tutti gli speleologi che hanno partecipato alle spedizioni ipogee e i gruppi speleologici che hanno prestato il loro materiale (C.G.E.B., U.S. Pordenonese. G.S. Sacile, G.S. Vittorio Veneto, G.S. Padova, A.XXX.O., C.A.T., G.T.S., G.S. "Solve" Belluno nella figura del dott. geol. Alberto Riva, C.N.S.A.S. Veneto nella figura di Giovanni Ferrarese), gli Enti (A.R.P.A. Veneto e O.S.M.E.R. Friuli, Veneto Agricoltura Uf-

ficio di Pian Cansiglio e Corpo Forestale dello Stato nella figura del dott. Alberto Piccin, Laboratorio di Geochimica Isotopica del DiSGAM-UniTs) e gli amici che hanno contribuito in modo diretto e indiretto alla realizzazione di questa ricerca scientifica: Enrico Merlak della C.G.E.B. per i consigli nell'elaborazione dei dati, Caterina Dall'Ava per la traduzione in inglese del riassunto.

BIBLIOGRAFIA

CANCIAN G., GHETTI S., 1989 - *Stratigrafia del Bus de la Genziana (Cansiglio, Prealpi Venete)*. Studi Trentini Sc. Nat. Acta Geol., Trento, 65: 125-140.

CANCIAN G., GHETTI S., SEMENZA E., 1985 - *Aspetti geologici dell'altopiano del Cansiglio*. Lav. Soc. Venez. Sc. Nat., Venezia, 10: 79-90.

CARNIEL A., DOTTA L., ELLI M., TARTARI G., 1991 - *Precipitazioni meteoriche ed inquinamento ambientale*. Rassegna Tecnica, 4: 37-40.

CAVALLIN A., 1980 - *Assetto strutturale del Massiccio Cansiglio - Cavallo, Prealpi Carniche Occidentali*. Atti del 2° Convegno di Studi sul Territorio della provincia di Pordenone, Piancavallo, 19-20 ottobre 1979.

CUCCHI F., FORTI P., GIACONI M., GIORGETTI F., 1999 - *Note idrogeologiche sulle sorgenti del Fiume Livenza*. Ricerca eseguita dall'Unità 4.7 e dall'Unità 4.9 del Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del C.N.R., Pubblicazione n° 1831.

DE NARDI A., 1977 - *Il Cansiglio-Cavallo. Lineamenti geologici e morfologici.* Azienda delle Foreste della Regione Friuli Venezia Giulia. Azienda di Stato per le Foreste Demaniali. Doretti. Udine.

GEMITI F, MERLAK E., 1999 - *Indagine sull'equilibrio carbonatico nelle acque di percolazione di una cavità del Carso triestino.* Atti VIII Convegno Regionale di Speleologia del Friuli-Venezia Giulia. Ronchi dei Legionari (Gorizia): 151-160.

GIACONI M., 1996 - *Studio idrogeologico delle sorgenti del fiume Livenza (PN)*. Tesi di Laurea in Prospezioni Geofisiche. Facoltà Sc. MM. FF .NN. Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine. Università degli Studi di Trieste.

GRILLO B., 2001 - *Carsismo e idrogeologia dell'Altopiano del Cansiglio*. Tesi di Laurea in Geologia Applicata. Facoltà di SS. MM. FF. NN., Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine. Università degli Studi di Trieste.

GRILLO B., 2005 - *Il modello tridimensionale del Bus de la Genziana (1000VTV).* Speleologia Veneta, 12: 179-188.

LONGINELLI A., DEGANELLO S., 1999 - *Introduzione alla Geochimica Isotopica*. Scienze della Terra, Ed. UTET: 71-123.

LONGO SALVADOR G., 1970 - *Le risorgive della Bassa Friulana comprese tra Zoppola e Polcenigo*. Tesi di laurea in Scienze Geologiche presso l'Università degli Studi di Trieste.

MOSETTI F., 1983 - *Sintesi sull'idrologia del Friuli-Venezia Giulia.* Quaderni ETP, 6, 294 pp.

SITI WEB CONSULTATI

http://venetoagricoltura.org/ea/cansei/generale.htm
http://www.cansiglio.it/Ambiente/ambiente.htm
http://www.parchiveneto.it/aree-naturali-protette-cansiglio.php
http://www.opererreti.regione.lazio.it/eventi/G_M_Acqua/intervento%20Forti.htm