

BOSSEA MMIII

CONVEGNO NAZIONALE

L'AMBIENTE CARSICO E L'UOMO

**MANIFESTAZIONE CELEBRATIVA UFFICIALE DEL CAI
PER IL "2003: ANNO INTERNAZIONALE DELL'ACQUA DOLCE"**

**LABORATORIO DIDATTICO DEL COMITATO SCIENTIFICO CENTRALE DEL CAI
LABORATORIO CARSOLOGICO SOTTERRANEO
GROTTE DI BOSSEA (FRABOSA SOPRANA- CN) 5-8 SETTEMBRE 2003**

ATTI

**STAZIONE SCIENTIFICA DI BOSSEA - CAI CUNEO
PROVINCIA DI CUNEO**

VARIAZIONI DELLA CARICA BATTERICA NELLE ACQUE DELLA GROTTA DI BOSSEA E LORO POSSIBILE RELAZIONE CON LA RAREFAZIONE DELLE POPOLAZIONI DI NIPHARGUS SP. (CROSTACEI ANFIPODI)

Mario Aragno¹, Enrico Lana², Angelo Morisi¹, Guido Peano²⁻³

¹ ARPA Piemonte, Dipartimento di Cuneo - ² Stazione Scientifica di Bossea - ³ Comitato Scientifico Centrale del CAI

RIASSUNTO

La carica batterica di due diversi sistemi acquiferi della grotta di Bossea (Polla delle Anatre e Torrente Mora) è stata valutata con cadenza mensile fra Agosto 2002 e Agosto 2003; i risultati vengono confrontati con analoghe analisi effettuate negli anni '80. Si evidenzia la netta diminuzione dei valori di carica relativi alla Polla e, per contro, un aumento significativo degli stessi nel torrente: il fatto è messo in relazione rispettivamente con la cessazione e l'avvio ex novo di attività zootecniche nelle aree di ricarica dei due sistemi. La probabile scomparsa, o almeno l'impossibilità di ulteriore reperimento a partire dal 1995, dell'Anfipode Niphargus sp., precedentemente assai diffuso nel collettore ipogeo principale, è messa in relazione con i riscontri microbiologici.

La tesi è supportata da dati relativi alla scomparsa di altri crostacei stigobionti in località dell'Italia nord-orientale a seguito di alterazione della falda acquifera, che confermano la sensibilità di questi organismi all'inquinamento organico; i risultati negativi di recenti ricerche mirate alla raccolta di microfauna stigobia ed il fatto che si sia mantenuta costante la presenza di una seconda specie di Niphargus (che frequenta in Bossea un microhabitat indenne dall'alterazione) sembrano avvalorare questa ipotesi.

ABSTRACT

The water microbial charge of two different groundwater systems in the Bossea cave were monitored monthly from august 2002 to august 2003; the data are compared with that of similar studies carried out in the '80s. A conspicuous drop in the microbial charges in the "Polla" spring was observed, together with a significant increase in the "Mora" watercourse. These facts are hypothetically related respectively with the end and the beginning of livestock activities in the absorbing areas of the two systems.

The disappearance of a crustacean species of the genus Niphargus from the cave is referred and correlated with the microbial data: this hypothesis is supported by the constancy of presence and the invariability of distribution of another Niphargus species, inhabiting a microhabitat not affected by the contamination.

LA SITUAZIONE IDROGEOLOGICA

Il sistema carsico di Bossea (di cui è parte terminale la grotta turistica omonima) è alimentato prevalentemente dalle perdite alveari del Rio di Roccia Bianca e del confluyente Rio Bertino che scorrono nella depressione valliva interposta fra il Colle del Prel e la Costa di Roccia Bianca.

Le infiltrazioni nell'alveo del Rio di Roccia Bianca si verificano in un settore situato a valle dei Tetti del Formaggio, lungo circa 300 metri, con assorbimento frazionato in più punti attraverso le ghiaie e le sabbie grossolane del fondo e le fratture della roccia e più massivo nell'inghiottitoio terminale, abitualmente ingombro di sedimenti ma fortemente beante, oltre il quale il corso d'acqua rimane abitualmente in secca. Gli estesi reticoli di diaclasi e di piccoli condotti sottostanti l'alveo provvedono poi ad un rapido drenaggio delle acque in profondità.

Le dimensioni delle fratture, l'assenza di consistenti spessori di depositi filtranti nell'alveo del torrente e la relativa rapidità di transito delle acque determinano un facile trasferimento nel sistema carsico delle sostanze inquinanti e dei materiali in sospensione (sabbie fini, limi, argille) presenti nelle acque di superficie.

Il Rio di Roccia Bianca ha origine circa 1,5 km più a monte in una depressione immediatamente sottostante il Pian dei Gorgi, compresa fra le falde della Cima Artesinera (versante orientale), delle Trucche delle Pre' e le estreme propaggini della Punta del Vallon. E' formato dall'apporto di varie piccole emergenze alimentate dalle acque assorbite sui predetti rilievi, tutti costituiti da rocce carbonatiche mesozoiche comprese in formazioni triassiche, giurassiche e cretacee.

Di qui ha inizio l'omonimo vallone che si approfondisce rapidamente.

Il rio presenta, nel primo tratto del suo percorso, uno scorrimento prevalentemente subalveare sotto una spessa copertura eluvio-colluviale.

Le acque riaffiorano con il raggiungimento delle quarziti permo-triassiche del Monte Merdenzone, costituenti substrato impermeabile.

In quest'area la portata del torrente viene notevolmente arricchita dall'apporto di numerose piccole sorgenti, sia situate al contatto fra i calcari delle Trucche delle Pre' e le quarziti del Merdenzone, sia scaturenti dalle stesse quarziti in zone localmente interessate da intensa fratturazione. Nei pressi dell'intersezione con la strada intercomunale Fontane-Colle del Prel, il torrente abbandona le quarziti per ritornare sui calcari cretacei e giurassici, mentre il vallone diviene rapidamente molto incassato e scosceso.

Poco oltre, in corrispondenza dei calcari profondamente fratturati, hanno inizio le perdite alveari.

LE INSTALLAZIONI ANTROPICHE SOVRAIMPOSTE

Proprio nella zona di origine del Rio di Roccia Bianca è stata installata una decina di anni fa una stalla d'alpeggio, capace di accogliere, con il ripiano antistante, qualche centinaio di bovini, con allegato alloggio dei pastori. Negli anni seguenti sono state realizzate varie opere sussidiarie, come sistemazione del terreno a pianoro, captazioni di sorgenti, installazione di vasche per abbeveratoio animali, ecc. che hanno comportato rilevanti movimenti di terra. Negli ultimi due anni è stato inoltre costruito più a valle un nuovo edificio, destinato probabilmente a caseificio, situato nei pressi dell'intersezione del rio con la predetta strada intercomunale, sul bordo di un esteso pianoro di stazionamento dei bovini anch'esso immediatamente sovrastante il torrente e stagionalmente ricoperto di sterco.

E' infine in tracciamento una nuova sterrata che appare destinata a congiungere il predetto edificio con la stalla del Pian dei Gorgi, che segue l'andamento dell'alveo del torrente, finora realizzata per un tratto di alcune centinaia di metri. Anche qui sono state captate alcune piccole sorgenti, precedentemente libere, intubandone le acque residue in condotti che passando sotto la sede stradale, le recapitano nel Rio Roccia Bianca. Tutte queste opere hanno comportato nuovi movimenti di terra in immediata vicinanza del sottostante torrente.

Oggi le deiezioni animali si sono accumulate progressivamente entro la stalla e nelle zone di stazionamento esterne, in immediata continuità con l'alveo del Rio di Roccia Bianca, nel quale si riversano i liquami inquinanti per scolo e dilavamento. Tali liquami, disciolti o sospesi nelle acque, penetrano poi, un po' più a valle, nel sistema carsico di Bossea, producendovi un marcato incremento della carica batterica.

Anche il terreno smosso dai lavori di costruzione e sistemazione delle superfici, dilavato dalle acque meteoriche, ha raggiunto e continua a raggiungere in parte rilevante l'alveo del torrente. Da questo percola poi, in sospensione, nel collettore del sistema carsico di Bossea, creando, in occasione delle precipitazioni, forti intorbidamenti, anche abbastanza duraturi, del torrente che percorre la parte turistica della grotta, un tempo ben noto per la limpidezza cristallina delle acque. Tali materiali determinano contemporaneamente un marcato aumento degli ingenti e pericolosi accumuli di limi ed argille presenti nella zona sommersa dell'acquifero, che ha avuto un ruolo determinante nell'ostruzione dei punti più ristretti di alcuni condotti, causa prima dell'alluvione che ha inferto danni rilevanti alle attrezzature turistiche ed alle installazioni scientifiche della cavità, nell'anno 1996, costituendo potenzialmente un grave pericolo per eventuali visitatori presenti in quel momento nella grotta.

I CROSTACEI NELLA FAUNA DI BOSSEA

Negli anni dal 1969 al 1971, nell'ambito delle attività della neonata sezione biologica della Stazione Scientifica di Bossea, ricerche faunistiche effettuate nel laghetto della sala dell'Orso e nel tratto superiore del torrente ipogeo della grotta portarono alla cattura di numerosi esemplari di una specie "grande" (circa 10 mm di lunghezza) di *Niphargus* (Crostacei, Anfipodi): sulla base di una prima determinazione effettuata da A. Vigna Taglianti, la specie veniva citata come "*N. sp. cfr. tauri*" sul bollettino del Gruppo Speleologico Alpi Marittime "Mondo Ipogeo". Nel 1985 la specie veniva citata da Bologna & Vigna Taglianti nella loro "Fauna cavernicola delle Alpi Liguri" come "*Niphargus cfr. aquilex*" in base allo studio di esemplari raccolti nel 1969 da A. Morisi e G. Peano.

Contemporaneamente alle raccolte della specie "grande" venivano saltuariamente rinvenuti in una pozzetta di stillicidio sita all'interno del laboratorio biologico alcuni esemplari di una specie "piccola" (4-5 mm) di *Niphargus*, citati genericamente nei resoconti della stazione sul bollettino del Gruppo Speleologico Alpi Marittime; sulla base delle stesse raccolte, Bologna & Vigna Taglianti (op. cit., 1985) riportavano la specie come "*N. sp. gr. speziae-romuleus*". Dopo un periodo di stasi, l'attività della sezione biologica è ripresa a partire dal 1992 e, pur senza che si siano effettuate raccolte di esemplari, è stata documentata a più riprese la presenza dei *Niphargus* della specie di dimensioni maggiori lungo il corso superiore del torrente sotterraneo; per attirare i crostacei in quelle occasioni sono state usate semplici ma efficaci trappole cilindriche traforate innescate con materiale organico in decomposizione; le osservazioni appena citate risalgono agli anni 1992-1993. A partire da quegli anni in località pian dei Gorghi è stata intensificata l'attività pastorizia in quota con la installazione di una nuova stalla per bovini, l'aumento del numero di animali stabulati e l'adeguamento di opere di drenaggio e condottazione dell'acqua da abbeverata e contemporaneamente si sono verificati in Bossea episodi più o meno frequenti ed intensi di intorbidamento delle acque: tali eventi sembrano in evidente concomitanza (poiché si intensificano durante il periodo degli alpeggi) con tali attività. Nel 1995, a seguito della visita a Bossea di Fabio Stoch, specialista di questi crostacei, si sono effettuate ricerche più approfondite lungo il corso superiore del torrente e nel laghetto della Sala dell'Orso, ma non sono stati più trovati esemplari della specie di dimensioni maggiori; nella stessa occasione si sono invece rinvenuti esemplari della specie "piccola" anche nei laghetti concrezionati posti lungo la risalita ai Laghi Pensili.

A seguito dei rilevamenti effettuati nel 1998-1999 per la elaborazione della propria tesi di laurea (si trattava di ben 28 campionature con esche attrattive controllate a cadenza circa mensile), A. Nigro segnala la cattura nel laghetto della sala dell'Orso di cinque soli individui di *Niphargus* della specie "grande" (uno il 6.08.1998, uno il 5.03.1999 e tre il 22.10.1999). Ricerche successive non hanno dato esito positivo per la specie "grande", mentre sono stati rinvenuti altri esemplari del *Niphargus* di dimensioni minori in pozzette alimentate da stillicidio, sia lungo il percorso turistico che nel tratto superiore del torrente ipogeo.

Nel corso del 2003 sono state posizionate numerose esche lungo il corso del fiume nei siti in cui in passato era stata rinvenuta la specie maggiore, ma le osservazioni, condotte per almeno sei mesi, non hanno dato esito positivo; nello stesso periodo invece, sono stati rinvenuti esemplari di *Niphargus* della specie "piccola" in tutti i siti in cui questa era stata già osservata precedentemente. Contemporaneamente sono state effettuate ripetute ricerche mediante microretino da plancton (100 µm) per verificare la eventuale presenza di microcrostacei stigobi; a tutt'oggi anche questa ricerca ha dato esito negativo.

Nel torrente ipogeo di Bossea, in condizioni di microhabitat analoghe a quelle del *Niphargus* "grande", con il quale condivide anche la nicchia trofica (sono infatti entrambi dei detritivori tagliuzzatori), vive un altro crostaceo troglobio: si tratta di *Proasellus franciscoloi* (Chappuis), un Isopode endemico delle Alpi Liguri noto, oltre che a Bossea, solo in altre due grotte del cuneese; osservazioni costanti condotte nell'ultimo decennio non hanno messo in evidenza variazioni significative nella densità di popolazione e distribuzione di questi asellidi, che risultano sempre presenti lungo il torrente in tutti i siti nei quali erano stati rinvenuti precedentemente.

Appare evidente che il *Niphargus* di piccole dimensioni è legato alle acque di stillicidio, quindi poco o affatto influenzato dalle variazioni del carico organico o della qualità dell'acqua del torrente, mentre l'altra specie, legata alle acque correnti, è significativamente esposta a fattori di alterazione della qualità delle acque e si dimostra sensibilmente meno tollerante di *Proasellus* nei confronti di tali fattori; vale la pena di ricordare come, in accordo con quest'ultima osservazione, numerosi metodi di rilevamento della

qualità delle acque e degli ecosistemi di acque correnti mediante bioindicatori attribuiscono genericamente agli Isopodi una minore sensibilità all'eccesso di carico organico rispetto agli Anfipodi [Biotic Score (CHANDLER 1970), Biological Monitoring Working Party (ARMITAGE & al, 1983; ALBATERCEDOR & SANCHEZ-ORTEGA, 1988), Saprobien Index (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NÖRMUNG-DIN, 1990) etc.]: d'altra parte *Niphargus* è considerato, per la sua indubbia specializzazione, relativamente meno tossicotollerante.

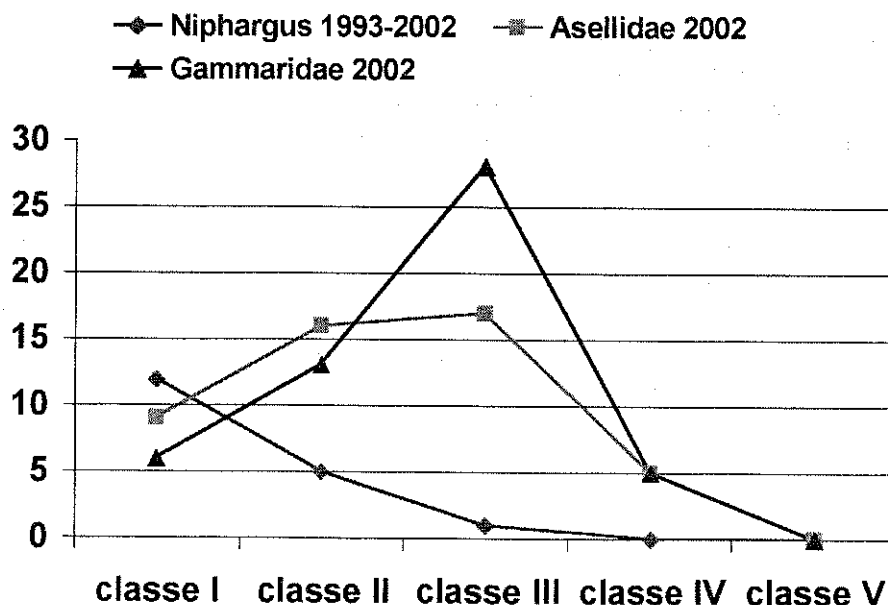
A conferma di ciò, e nonostante la saltuarietà di rivenimento di *Niphargus* in acque correnti superficiali, è possibile segnalare che la casistica accumulata da ARPA Piemonte sembra rilevare una netta correlazione fra il rinvenimento di questi Anfipodi e alti livelli di qualità ambientale, come mostra il grafico della pagina seguente.

Casi di inquinamento di reticoli idrografici ipogei sono noti in varie parti del mondo e ne sono stati studiati gli effetti sulla fauna sotterranea, in particolare sugli organismi stigobi che, essendo direttamente legati all'ambiente freatico o comunque alle circolazioni idriche sotterranee, sono i primi ad essere influenzati dalle variazioni dei parametri chimici e/o microbiologici connesse ai fenomeni. Rimanendo nell'ambito della biospeleologia italiana, riportiamo qui di seguito due esempi molto esemplificativi.

Nella grotta Buso della Spurga o Spurga dei Peri che si apre sui monti Lessini veronesi erano presenti il crostaceo Isopode *Monolista berica* (Fabiani) e l'Anfipode *Niphargus stygius* (Schiötte). All'inizio degli anni '90 del secolo scorso, sono state installate delle porcilaie nella zona soprastante la cavità; l'inquinamento organico da infiltrazione che ne è derivato ha provocato la completa scomparsa delle due specie citate nonché della microfauna stigobia che prima era molto abbondante e significativa; quest'ultima è stata sostituita da specie banali epigee avvantaggiate dall'abbondanza di sostanze organiche veicolate dalle acque (Caoduro et al., 1995).

Un altro caso è quello della Grotta Nuova di Villanova, sita in Lusevera in provincia di Udine, zona che è stata teatro di un terremoto nel 1976; a seguito del sisma sono state allestite delle baracche per i terremotati che hanno dato luogo a scarichi fognari diffusi generando durante il decennio successivo un inquinamento organico delle acque della grotta.

Questo fenomeno ha portato alla totale scomparsa dell'Isopode *Monolista coeca juliae* (Feruglio) e ad una notevole riduzione della popolazione dell'Anfipode *Niphargus stygius danconai* (Benedetti), nonché alla sostituzione dell'originaria microfauna stigobia specializzata con elementi epigei; negli anni successivi, con lo smantellamento delle baracche ed il cessare della causa inquinante, si è assistito ad un parziale ripopolamento da parte degli elementi specializzati succitati provenienti presumibilmente da affluenti sotterranei non interessati direttamente dall'inquinamento (Stoch, 1992).



LE ANALISI MICROBIOLOGICHE

A fronte di tali premesse ed osservazioni si è ipotizzato che l'aumentato carico organico e/o le mutate condizioni di veicolazione dei reflui zootecnici nel rio Rocce Bianche e, da questo, nel collettore di Bossea potessero essere la causa della rarefazione/scomparsa di *Niphargus* cfr. *aquilex* nella grotta; allo scopo di documentare le alterazioni ipotizzate a carico del torrente ipogeo è stata condotta fra agosto 2002 e agosto 2003 una campagna di campionamenti mirati al rilevamento di alcuni parametri microbiologici che sono stati considerati indicatori della tipologia di inquinamento presunta:

Coliformi totali	ufc in 100 ml
Coliformi fecali	ufc in 100 ml
Streptococchi fecali	ufc in 100 ml
Staphylococcus aureus	ufc in 100 ml
Pseudomonas aeruginosa	ufc in 100 ml
Spore di Clostridi solfito-riduttori	ufc in 100 ml
Escherichia coli	ufc in 100 ml
Salmonella sp.	presenza / assenza (in 1 litro)
Salmonella sp.	presenza / assenza (in 5 litro)
Escherichia coli O157	presenza / assenza (in 1 litro)

Lo stesso set di parametri è stato rilevato sulle acque della cosiddetta "Polla del Paradiso", una scaturigine la cui provenienza è assolutamente estranea all'area di infiltrazione soggetta alle attività pastorali precedentemente citate; per una singolare coincidenza, queste acque risultavano in passato pesantemente inquinate dal punto di vista microbiologico a causa di una modesta attività zootecnica a conduzione familiare coincidente con la loro ristretta area di assorbimento: tale attività è completamente cessata ormai da diversi anni.

Per valutare la qualità di un'acqua ai fini della potabilità, si ricercano gli indicatori di contaminazione batterica perché la ricerca diretta dei patogeni è di difficile attuazione: vista la loro esigua quantità occorrerebbe infatti analizzare grandi volumi di acqua; inoltre i microrganismi patogeni possono essere presenti in modo discontinuo, per cui la loro negatività ai test analitici non assicura con certezza che essi siano assenti.

Si ricorre allora alla ricerca di *germi indicatori*, cioè batteri normalmente presenti in grande quantità nell'intestino umano o degli animali omeoterme: in un grammo di feci sono presenti infatti 1.7×10^7 coliformi totali, 3.0×10^6 streptococchi fecali, 1.0×10^5 Clostridi solfito riduttori: per questo motivo il loro ritrovamento nelle acque è indizio di una contaminazione di origine essenzialmente fecale e sono chiamati indicatori di contaminazione batterica.

Questo approccio analitico dà maggiori garanzie in quanto semplifica i tempi di esecuzione delle analisi ed è in grado di suggerire la possibile presenza di altri agenti eziologici batterici e virali di malattie a circolazione oro-fecale; nell'indagine microbiologica effettuata nel periodo agosto 2002/2003 sull'acqua della polla delle Anatre e del torrente Mora, sono stati ricercati i seguenti germi indicatori ed alcuni microbi patogeni responsabili di malattie a trasmissione oro-fecale:

Coliformi totali: comprendono i generi *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*. Sono enterobatteri gram negativi, asporigeni, aerobi o anaerobi facoltativi, fermentanti il lattosio a 35-37°C con produzione di acido, gas e aldeidi in 24-48 ore. Sono ossidasi negativi e beta-galattosidasi positivi. Possono essere di origine fecale e/o tellurica (suolo, vegetali, acque superficiali), sono indice di una contaminazione recente della falda.

Coliformi fecali: sono un gruppo di coliformi "termotolleranti", fermentanti il lattosio a 44°C perché posseggono idrolasi termostabili. Il loro ritrovamento nelle acque indica una contaminazione fecale in atto e/o presenza di sostanza organica metabolizzabile.

Streptococchi fecali: varie specie di streptococchi capaci di crescere a 45°C in terreni contenenti 40% di bile; includono i generi *Streptococcus* ed *Enterococcus*. Sono soprattutto commensali del tratto intestinale di alcuni animali e dell'uomo, e sono più resistenti dei coliformi alle variazioni di temperatura, luce, raggi UV.

Clostridi solfito-riduttori: sono batteri anaerobi obbligati, per cui sono presenti nell'ambiente esterno sotto forma di spora; la loro presenza nelle acque indica una contaminazione pregressa in quanto le spore sono forme microbiche resistenti per molti anni agli agenti esterni. Sono presenti nelle feci in minore quantità rispetto a coliformi e streptococchi per cui il loro ritrovamento può essere saltuario.

Carica batterica a 36°: esprime il numero di batteri presente in 1 ml di acqua con temperatura ottimale di crescita a 36°C, condizione che favorisce lo sviluppo di microrganismi legati all'uomo e agli animali. Questo parametro indica contaminazione degli strati profondi della falda. Il valore guida, nel caso di potabilità dell'acqua, è 10 UFC/ml ed il superamento di tale valore, o sue brusche variazioni nel tempo, impone ulteriori indagini perché è indizio di fecalizzazione, superficialità e scarsa protezione della falda.

Carica batterica a 22°: la temperatura di 22°C favorisce lo sviluppo di microrganismi di origine tellurica. Essa indica, se elevata, uno scorrimento superficiale della falda. Il valore guida, nel caso di potabilità dell'acqua, è 100 UFC/ml.

Enterobatteri patogeni: il loro ritrovamento nell'ambiente idrico indica in modo certo l'esistenza di contaminazione fecale; inoltre essi possono moltiplicarsi nelle acque dei fiumi. Nei sedimenti fluviali o lacustri si trovano più germi che nelle acque sovrastanti perché l'adesione a particelle di sostanza organica aumenta la sopravvivenza dei microrganismi. Nell'indagine effettuata si sono ricercati in modo particolare due generi patogeni:

- **Salmonella:** il genere *Salmonella* è soprattutto un parassita intestinale dell'uomo e degli animali. Questi ultimi rappresentano un importante veicolo di trasmissione in quanto possono essere portatori di salmonelle per un lungo periodo. Le salmonelle si trovano inoltre frequentemente nelle acque di scarico e talvolta in quelle fluviali e marine, come pure in certi alimenti che possono più facilmente venire a contatto con il microrganismo.
- **Escherichia coli O157:** ceppo enteroemorragico di *Escherichia coli* che causa la sindrome uremico-emorragica. Il suo habitat è costituito dal tratto intestinale dei bovini, i quali rappresentano il serbatoio naturale di questo microrganismo. La diffusione del batterio nell'ambiente esterno può causare gravi infezioni nell'uomo che si infetta ingerendo cibi o acque contaminate.

Staphylococcus aureus: è un batterio gram+, asporigeno, a forma di sfera che si presenta in ammassi irregolari a grappolo. E' aerobico, o anaerobico facoltativo, coagulasi positivo, fermenta il mannitolo, cresce bene alla concentrazione di 10% di sale nel terreno di coltura, produce un pigmento giallo oro o leggermente arancione. La principale riserva naturale degli stafilococchi patogeni è l'uomo: il contagio, però, può avvenire non solo direttamente ma anche attraverso l'ambiente poiché essi sono ubiquitari e capaci di sopravvivere a lungo nell'ambiente esterno. Per cui il loro ritrovamento non è solo limitato alla cute e alle mucose umane ma si può riscontrare nelle feci degli animali (specie quelli lattiferi, quali mucche e pecore) nei tessuti artritici del pollame, tra la polvere e le gocce di umido, nel cibo, nel tratto digerente delle mosche ecc.

Pseudomonas aeruginosa: il genere *Pseudomonas* comprende germi bastoncellari, gram negativi, aerobi e mobili per la presenza di flagelli polari, diffusi nel suolo, nell'acqua, nell'aria, ma anche nelle feci (soprattutto nella specie umana): il germe è percentualmente più presente nei liquami che nelle feci per cui è considerato indicatore di scarichi. *Pseudomonas aeruginosa* è patogeno per l'uomo, che può essere contagiato sia per contatto diretto (infezioni cutanee e delle mucose), sia per ingestione del microrganismo.

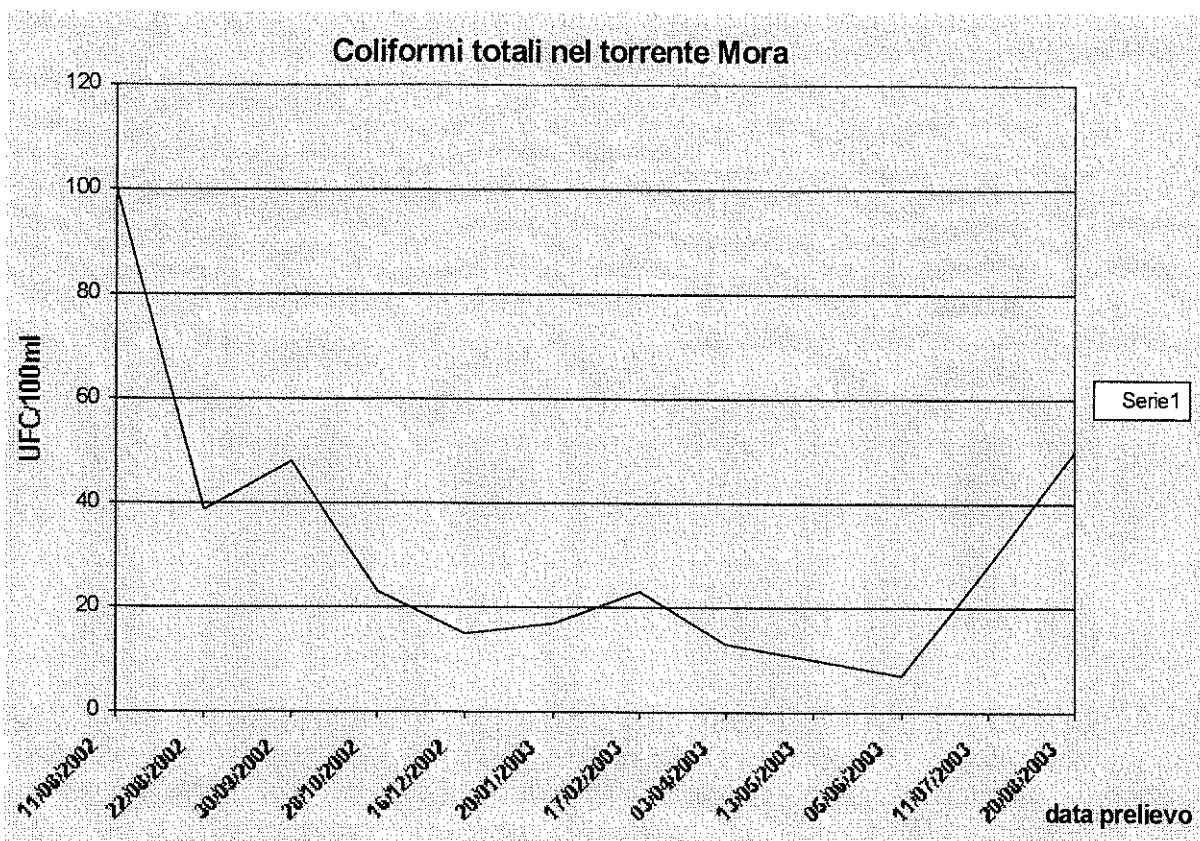
RISULTATI DELLE ANALISI MICROBIOLOGICHE

Polla delle Anatre			
Data di prelievo	Coliformi totali	Coliformi fecali	Escherichia coli
11/08/02	0	0	/
22/08/02	1	0	/
30/09/02	0	0	/
28/10/02	0	0	0
16/12/02	3	0	0
20/01/03	1	0	0
17/02/03	0	0	0
03/04/03	0	0	0
13/05/03	0	0	0
05/06/03	0	0	0
11/07/03	0	0	0
20/08/03	0	0	0

Questa tabella riassume le analisi effettuate durante l'anno della Polla delle Anatre per quanto riguarda i parametri coliformi totali, coliformi fecali ed *Escherichia coli*: si è riscontrato un numero molto limitato di coliformi totali di probabile origine tellurica in tre prelievi ma, come si vede, nessun ritrovamento di batteri fecali.

Torrente Mora			
Data di prelievo	Coliformi totali	Coliformi fecali	Escherichia coli
11/08/02	>100	4	/
22/08/02	39	9	/
30/09/02	48	4	/
28/10/02	23	1	2
16/12/02	15	0	0
20/01/03	17	0	0
17/02/03	23	0	0
03/04/03	13	0	0
13/05/03	10	0	0
05/06/03	7	0	0
11/07/03	28	0	0
20/08/03	50	42	33

La tabella riassume le ricerche di coliformi totali, coliformi fecali ed *Escherichia coli* effettuate sull'acqua del torrente Mora nel periodo di indagine: la presenza costante di coliformi totali in numero abbastanza elevato nel periodo estivo ed il riscontro di batteri fecali lascia presumere una contaminazione della falda da parte di attività zootecniche esercitate in superficie.



Polla delle Anatre

Data di prelievo	Streptococchi fecali	Spore di Clostridi solfito-riduttori	Staphylococcus aureus	Pseudomonas aeruginosa
11/08/02	0	/	/	/
22/08/02	0	/	/	/
30/09/02	0	/	/	/
28/10/02	0	0	0	0
16/12/02	0	0	0	0
20/01/03	0	0	0	0
17/02/03	0	0	0	0
03/04/03	0	0	0	0
13/05/03	0	0	0	0
05/06/03	0	0	0	0
11/07/03	0	0	0	0
20/08/03	0	0	0	0

Questa tabella riassume le analisi effettuate durante l'anno della Polla delle Anatre per quanto riguarda i parametri streptococchi fecali, spore di clostridi solfito riduttori, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* non si sono riscontrati microrganismi in nessuno dei dodici campioni analizzati.

Torrente Mora

Data di prelievo	Streptococchi fecali	Spore di Clostridi solfito-riduttori	Staphylococcus aureus	Pseudomonas aeruginosa
11/08/02	9	/	/	/
22/08/02	5	/	/	/
30/09/02	0	/	/	/
28/10/02	1	2	2	0
16/12/02	0	0	0	0
20/01/03	0	1	0	0
17/02/03	0	0	0	0
03/04/03	0	1	0	0
13/05/03	0	0	0	0
05/06/03	0	0	0	0
11/07/03	0	0	0	0
20/08/03	25	0	0	0

La tabella riassume i risultati delle analisi effettuate durante l'anno del torrente Mora per quanto riguarda i parametri streptococchi fecali, spore di clostridi solfito riduttori, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*: si rileva la presenza di streptococchi fecali nel periodo estivo in concomitanza con la presenza di attività pastorali e la presenza saltuaria di spore di clostridi solfito riduttori.

Polla delle anatre

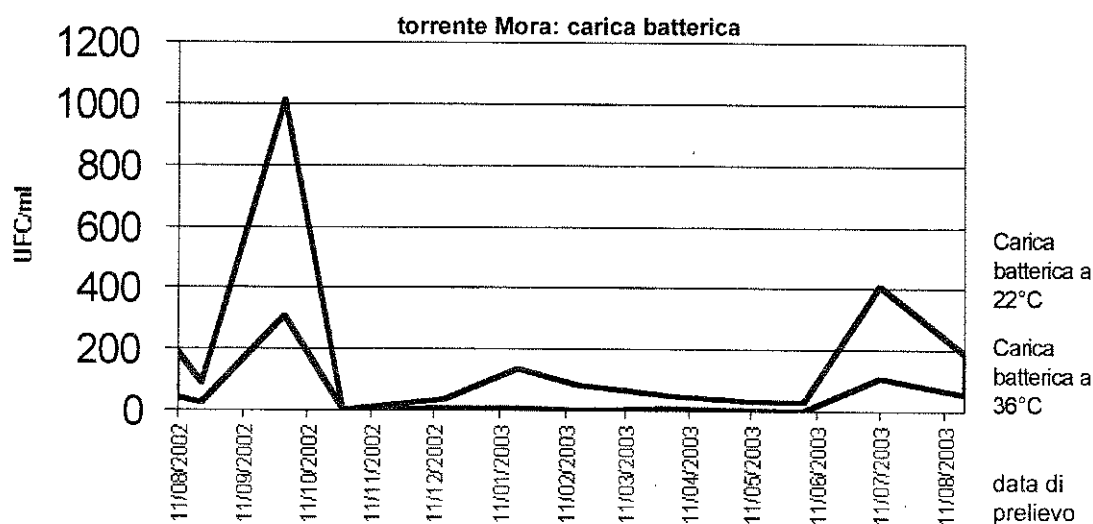
Data di prelievo	Carica batterica a 36°C	Carica batterica a 22°C
11/08/02	2	24
22/08/02	1	2
30/09/02	1	2
28/10/02	/	/
16/12/02	1	2
20/01/03	1	1
17/02/03	1	2
03/04/03	1	2
13/05/03	2	5
05/06/03	2	25
11/07/03	2	8
20/08/03	1	2

Le cariche batteriche a 36°C ed a 22°C sono pressoché costanti e non sembrano influenzate dalla periodicità dei prelievi.

Torrente Mora

Data di prelievo	Carica batterica a 36°C	Carica batterica a 22°C
11/08/02	40	148
22/08/02	21	65
30/09/02	310	700
28/10/02	/	/
16/12/02	3	30
20/01/03	7	128
17/02/03	2	82
03/04/03	4	44
13/05/03	1	31
05/06/03	1	28
11/07/03	105	300
20/08/03	52	140

La carica batterica a 36°C ed a 22°C si distribuiscono in modo non costante e risultano influenzate dalla stagionalità dei prelievi: si nota un discreto incremento dei valori nel periodo estivo-autunnale.

**Polla delle anatre e torrente Mora**

Data di prelievo	Salmonella /11	Salmonella/51	E. coli O157/11
28/10/02	Assente	Assente	Assente
16/12/02	Assente	Assente	Assente
20/01/03	Assente	Assente	Assente
17/02/03	Assente	Assente	Assente
03/04/03	Assente	Assente	Assente
13/05/03	Assente	Assente	Assente
05/06/03	Assente	Assente	Assente
11/07/03	Assente	Assente	Assente
20/08/03	Assente	Assente	Assente

La ricerca di germi patogeni in entrambi i campioni ha dato esito negativo.

RISULTATI DELLE ANALISI MICROBIOLOGICHE (ANNI 70/80)

Polla delle anatre						
Data diprelievo	Coliformi totali	Escherichia coli	Spore di Clostridi	CBT a 22°	CBT a 36°	Streptococchi fecali
27/10/1976	5	4	/	> 300	> 300	/
06/12/1976	0	0	/	8	3	/
26/06/1977	0	0	0	16	6	0
10/09/1977	0	0	0	14	5	0
02/05/1978	5	4	15	> 300	200	/
07/05/1978	2	0	/	> 300	> 300	/
24/10/1982	9	9	/	6000	300	/
02/07/1984	0	0	0	3	1	/

Si può notare in questa tabella che negli anni 1978/1982 la Polla delle anatre presentava un inquinamento microbiologico rilevante con cariche batteriche molto elevate e presenza di coliformi totali ed *Escherichia coli*, in concomitanza con la modesta attività zootecnica citata nel testo; tale attività è completamente cessata da qualche anno come pure l'inquinamento della polla.

Torrente Mora						
Data diprelievo	Coliformi totali	Escherichia coli	Spore di Clostridi	CBT a 22°	CBT a 36°	Streptococchi fecali
27/10/1976	2	0	/	33	2	/
06/12/1976	0	0	/	6	2	/
27/04/1977	0	0	0	170	40	0
26/06/1977	0	0	0	5	1	0
10/09/1977	1	1	0	45	13	0
02/05/1978	0	0	0	33	14	0
07/05/1978	0	0	0	88	3	/
14/05/1978	0	0	0	27	3	0
24/10/1982	3	3	/	80	10	/
02/07/1984	0	0	/	14	1	/
26/10/1996	9	8	/	/	/	0

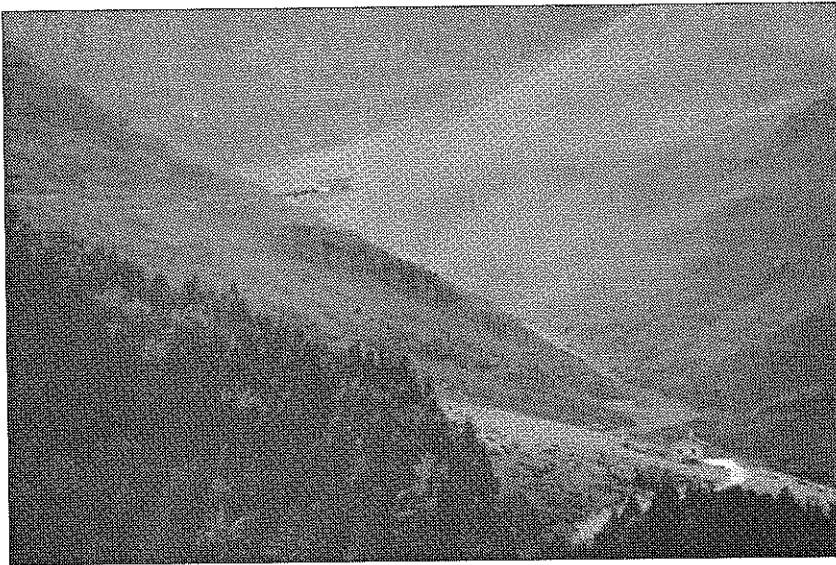
Negli anni 1970/1980, come si vede, il torrente presentava cariche microbiche poco significative per un inquinamento. Solo nel 1996 si riscontrano presenze di coliformi totali ed *Escherichia coli* significative per un inquinamento di tipo fecale della sorgente.

CONCLUSIONI

I fatto che la presenza dei germi indicatori nelle acque del torrente di Bossea si manifesti soprattutto nel periodo estivo-autunnale, corrispondente a quello di massima attività pastorale nel bacino del rio Roccia Bianca, è prova di una diretta corrispondenza fra i due fatti; all'aumento di carica batterica potrebbe essere collegata la rarefazione della specie "grande" di *Niphargus*, più reofila, mentre l'apparente indifferenza della specie "piccola" è spiegata dal fatto che essa frequenta un microhabitat diverso, costituito dalle acque che transitano entro minute fratturazioni della roccia o che si raccolgono in pozze da stillicidio.

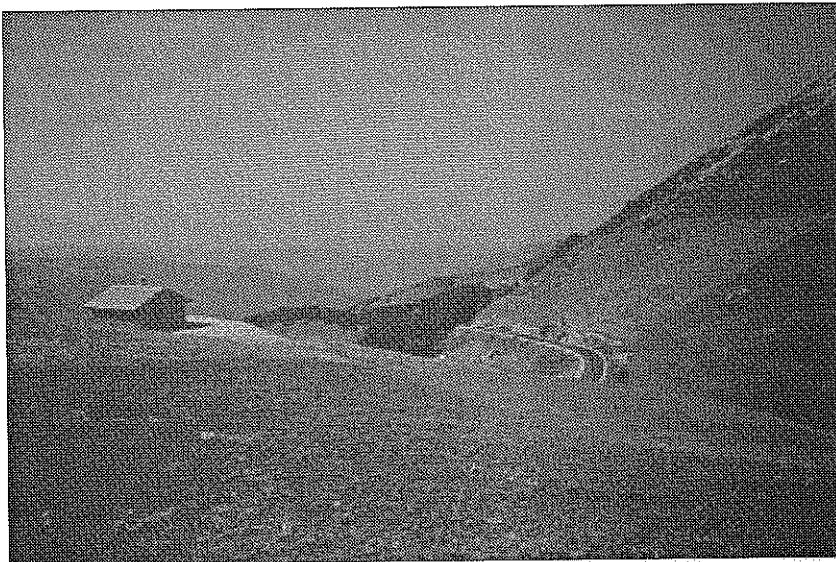
BIBIOGRAFIA

- BOLOGNA M., VIGNA TAGLIANTI A., 1985 - *Fauna cavernicola delle Alpi Liguri* - In "Annali del Museo Civico di St. Nat. G. Doria", Genova, 388 pp.
- CASALE A., GIACHINO P.M., LANA E., MORISI A., 1996 - *Attività antropica - Faune ipogee e biomonitoraggio dai precursori allo speleoturismo* - In "Bossea MCMXCV", Atti del simposio int. "Grotte turistiche e monitoraggio ambientale" (A. Cigna ed.), Frabosa Soprana (Cuneo) 24-26/3/95: 367-378.
- CAODURO G., GASPARO F. & STOCH F., 1995 - *Primi risultati delle indagini sulla fauna delle acque sotterranee della regione veronese*, Speleologia veneta, Fed. Speleologica Veneta.
- GHETTI P.F., 1997 - *Indice biotico esteso (I.B.E.); manuale di applicazione*. Provincia Autonoma di Trento, 222 pp.
- LANA E., 2001b - *Biospeleologia del Piemonte. Atlante fotografico sistematico* - Regione Piemonte, Associazione Gruppi Speleologici Piemontesi. Ed. "La Grafica Nuova", Torino, 260 pp.
- MORISI A., 1969b - *Il laboratorio sotterraneo di Bossea. Primi risultati* - Mondo Ipogeo, boll. G. S. Alpi Marittime CAI, Cuneo: 35-38.
- MORISI A., 1970 - *Rendiconto Biospeleologico per il 1970* - Mondo Ipogeo, boll. G. S. Alpi Marittime CAI, Cuneo: 56-60.
- MORISI A., 1971a - *Attività biospeleologica 1970-71* - Mondo Ipogeo, boll. G. S. Alpi Marittime CAI, Cuneo: 48-51.
- MORISI A., PEANO G., 1983 - *Importanza biologica della grotta di Bossea* - Mondo Ipogeo, boll. G. S. Alpi Marittime CAI, Cuneo: 81-87.
- NIGRO A., 2000 - *Effetti dello speleoturismo sulle faune cavernicole: il caso della grotta di Bossea* Tesi di Laurea in Ecologia, Facoltà di Scienze M.F.N., Università di Torino, relatori G. Badino e A. Morisi; a.a. 1999-2000
- PEANO G., 1970b - *L'installazione del laboratorio sotterraneo di Bossea* - Mondo Ipogeo, boll. G. S. Alpi Marittime CAI, Cuneo: 52-55.
- STOCH F., 1992 - *Indagini faunistiche sui Crostacei delle acque sotterranee della Val Torre (Italia nordorientale)*, Gortania, Atti Museo Friul. Storia Nat, 14:167-183.
- STOCH F. & DOLCE S., 1994 - *Progetto Timavo: risultati delle indagini sulla fauna delle acque sotterranee*, Atti e Memorie Comm. Grotte "E.Boegan", 31:59-71.



◀ Foto 1

Il vallone del Rio di Roccia Bianca con le installazioni dell'alpeggio: in basso a destra l'edificio apparentemente destinato ad attività casearie, recentemente costruito in prossimità delle perdite alveari del torrente; in alto a sinistra la stalla con l'area di stazionamento del bestiame.



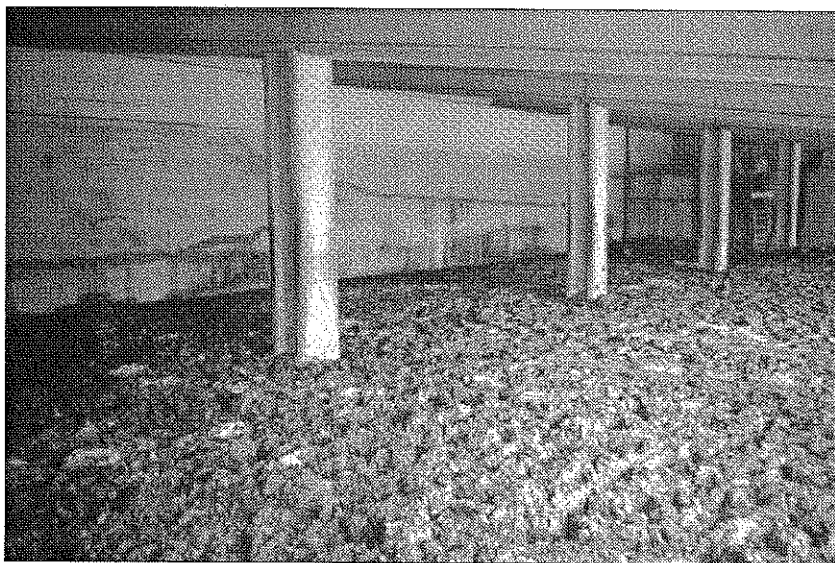
◀ Foto 2

Il nuovo edificio d'alpeggio con l'estesa area di stazionamento del bestiame sovrastante l'alveo del torrente.



◀ Foto 3

Il nuovo edificio, forse destinato a caseificio e (a destra) l'area di stazionamento degli animali. In primo piano, la parte già tracciata della possibile strada di collegamento con la stalla soprana.



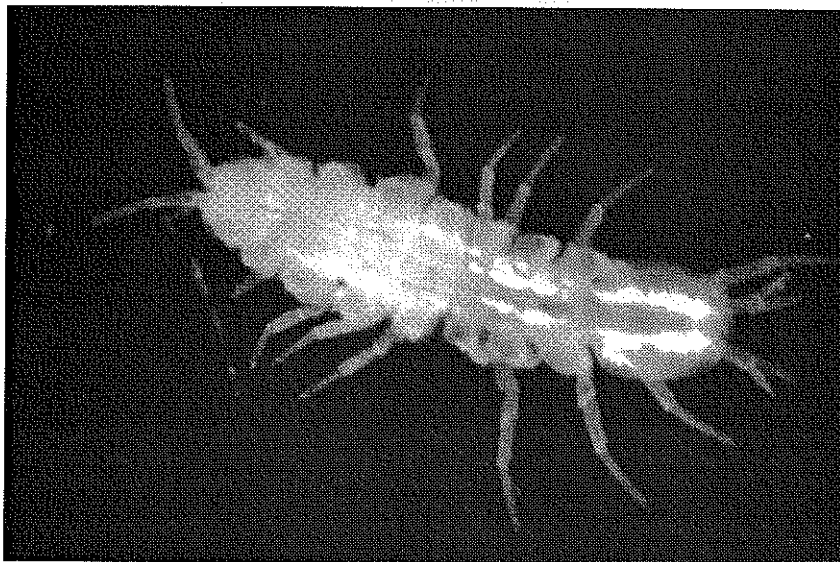
◀ Foto 4

L'interno della stalla con lo spesso strato di deiezioni che, se non asportate e trasportate altrove, sembrano destinate a convergere progressivamente nel sottostante alveo di rio di Roccia Bianca.



◀ Foto 5

Niphargus cfr. aquilex, crostaceo endemico del solo sistema carsico di Bossea, non più ritrovato nelle acque del collettore dall'anno 1999.



◀ Foto 6

Proasellus franciscoi: la specie a ristretto endemismo, attualmente ancora reperibile nelle acque della grotta, potrebbe tuttavia essere minacciata nella sua sopravvivenza in caso di immissione nel sistema carsico di abbondanti residui di un'eventuale lavorazione del latte nel nuovo edificio dell'alpeggio.