

Copepodi Arpacticoidi di torrenti d'alta quota nei sistemi glaciali di Val Conca e Val de La Mare: osservazioni su distribuzione ed ecologia

Roberta RASCHIONI^{1*}, Bruno MAIOLINI² & Vezio COTTARELLI¹

¹ Dipartimento di Scienze Ambientali, Università degli Studi della Tuscia, Largo dell'Università, 01100 Viterbo, Italia

² Sezione di Idrobiologia e Zoologia degli Invertebrati, Museo Tridentino di Scienze Naturali, Via Calepina 14, 38100 Trento, Italia

* E-mail dell'Autore per la corrispondenza: roberta.raschioni@libero.it

RIASSUNTO - *Copepodi Arpacticoidi di torrenti d'alta quota nei sistemi glaciali di Val Conca e Val de La Mare: osservazioni su distribuzione ed ecologia* - In questo lavoro sono presentati e discussi i risultati ottenuti da una serie di indagini ecologiche condotte in torrenti d'alta quota in Val Conca (Parco Naturale Adamello-Brenta) e Val de La Mare (Parco Nazionale dello Stelvio) dal 2001 al 2005. I campionamenti sono stati eseguiti in diverse tipologie fluviali: corsi d'acqua alimentati da acque di fusione glaciale (kryal), ad alimentazione sorgentizia (krenal), da pioggia e scioglimento nivale (rhithral) e ad alimentazione mista (kreno-rhithral, kryal-rhithral). Sono state utilizzate diverse tecniche di raccolta: pompa Bou-Rouch, substrati artificiali in alveo e in ambiente iporreico, retini da benthos e da drift, e lavaggio di muschi. È stata comparativamente valutata la biodiversità del popolamento a copepodi arpacticoidi nei corpi d'acqua ed è stata analizzata la distribuzione delle specie in relazione alle diverse tipologie fluviali e alla quota altimetrica.

SUMMARY - *Harpacticoid Copepoda in high elevation streams in the Val Conca and Val de La Mare glacial systems: observations on their distribution and ecology* - In this work we present and discuss the results of a research conducted from 2001 to 2005 on the ecology of the fluvial systems of Conca (Adamello-Brenta Natural Park) and de La Mare (Stelvio National Park) valleys. Samples were collected in different stream typologies dominated by glacial (kryal), spring (krenal), snowmelt and rain (rhithral) or mixed (kreno-rhithral, kryal-rhithral) contribution. Samples were collected with several techniques: Bou Rouch pump, kick sampling and drift nets, moss washing and different artificial substrates placed on the river bottom and in the hyporheic zone. Scope of this research was to assess the biodiversity and the species distribution of the harpacticoid communities in relation to elevation and to different stream typologies.

Parole chiave: copepodi, arpacticoidi, biodiversità, torrenti d'alta quota, Alpi Retiche

Key words: Copepoda, Harpacticoida, biodiversity, high mountain streams, Rhaetian Alps

1. INTRODUZIONE

I primi studi su ambienti acquatici italiani di alta quota risalgono a ricercatori come Pavesi (fine dell'800) e a "pionieri" del secolo scorso come Monti Stella, Baldi, Tonolli, Stella che si sono per lo più occupati di corsi d'acqua lentici; contributi relativi ad ambienti lotici, in particolare alle comunità di arpacticoidi che li popolano, sono ancora relativamente scarsi (Stoch 1998). In questi ultimi anni si è assistito a un rinnovato interesse nei confronti dei biotopi alpini di acque correnti e delle biocenosi che vi si sono insediate, come si evidenzia dalle ricerche di Cottarelli, Galassi, Pesce, Maiolini e Stoch. In altre nazioni europee si dispone di informazioni più ampie e continuative, in particolare per i siti delle Alpi francesi e dei Pirenei; si segnalano anche diversi contributi di autori tedeschi, austriaci e svizzeri (Cottarelli *et al.* 2002).

Ai risultati di queste ricerche si collega il presente lavoro sui torrenti d'alta quota, che ha perseguito l'obiettivo di analizzare la distribuzione, in relazione alla quota, dei diversi taxa di arpacticoidi, sia dello zoobenthos sia della fauna interstiziale dell'ambiente iporreico.

È stata tentata inoltre una prima valutazione dell'influenza della tipologia fluviale sulla struttura dei popolamenti.

2. AREA DI STUDIO

2.1. Caratteristiche dell'area di studio

L'area di studio è rappresentata dai sistemi fluviali di Val de La Mare e di Val Conca (46°N, 10°E). La Val de La Mare è una valle di grande pregio naturalistico,

ricca di torrenti e laghi, inclusa dal 1935 nel perimetro del Parco Nazionale dello Stelvio. Situata nella parte settentrionale della Val di Peio, si sviluppa su un dislivello compreso tra 3769 (Monte Cevedale) e 1160 m s.l.m. (conca di Gogolo), ha una superficie totale di 68 km² e un basamento costituito da rocce metamorfiche (paragneiss, micascisti e filladi). Questa valle include il bacino del Torrente Noce Bianco di origine glaciale, il Rio Larcher, suo principale tributario di origine non glaciale, e il bacino del Rio Careser.

La Val Conca si trova nella parte orientale delle Alpi, all'interno del Parco Naturale Adamello-Brenta e si estende tra 3462 (Monte Carè Alto) e 1300 m s.l.m. Comprende il torrente glaciale Conca e il Rio Bedù, suo tributario non glaciale.

2.2. Stazioni di campionamento

Sono state stabilite complessivamente 23 stazioni: 15 in Val de La Mare e 4 nel Careser (bacino del Noce), e 3 sul ramo glaciale e 1 sul tributario non glaciale in Val Conca (Tab. 1). Di queste stazioni, 6 (NB1, NB2, NB3, CR1, CR2, C3) si trovano su torrenti ad ali-

mentazione strettamente glaciale (kryal), 4 (NB4, NB5, C4, C8) su tratti ad alimentazione mista ma con prevalenza di acque glaciali (kryal-rithral), 7 (NB1bis, NB2bis, NB3bis, CR3, CR1bis, C7, NB7) su tratti ad alimentazione mista con prevalenza di acque di precipitazione (kreno-rithral); 6 (NBAR3, NBAR4, NBAR5, NBAR6, NBAR7, muschi) su sistemi alimentati da sorgenti (krenal).

3. MATERIALI E METODI

I campionamenti sono stati effettuati utilizzando le seguenti tecniche di raccolta:

1. retino immanicato con rete di nylon con maglia da 100 µm, su cinque aree di 0,1 m² per circa un minuto in ciascuna occasione;
2. 3 retini da drift con maglia da 100 µm, con diametro della bocca di 10 cm e lunghezza di un metro, posizionati lungo un transetto perpendicolare alla corrente e operati per 15 minuti;
3. substrati artificiali posti sia in alveo che in ambiente iporreico costituiti dai seguenti materiali:

Tab. 1 - Stazioni di campionamenti.

Tab. 1 - *Sampling sites.*

| Stazione | Altitudine (m s.l.m.) | Tipologia | Località | Torrente |
|----------|-----------------------|---------------|----------------|-------------|
| C3 | 2500 | Kryal | Carè-Alto | Conca |
| C4 | 2400 | Kryal-rithral | Carè-Alto | Conca |
| C7 | 2500 | Kreno-rithral | Carè-Alto | Conca |
| C8 | 1300 | Kryal-rithral | Carè-Alto | Rio Bedù |
| CR1 | 2694 | Kryal | Careser | Rio Careser |
| CR1bis | 2694 | Kreno-rithral | Careser | Rio Careser |
| CR2 | 2642 | Kryal | Careser | Rio Careser |
| CR3 | 1985 | Kreno-rithral | Careser | Rio Careser |
| NB1 | 2650 | Kryal | Val de la Mare | Noce Bianco |
| NB1bis | 2703 | Kreno-rithral | Val de la Mare | Rio Larcher |
| NB2 | 2455 | Kryal | Val de la Mare | Noce Bianco |
| NB2bis | 2525 | Kreno-rithral | Val de la Mare | Rio Larcher |
| NB3 | 2270 | Kryal | Val de la Mare | Noce Bianco |
| NB3bis | 2270 | Kreno-rithral | Val de la Mare | Rio Larcher |
| NB4 | 2257 | Kryal-rithral | Val de la Mare | Noce Bianco |
| NB5 | 1980 | Kryal-rithral | Val de la Mare | Noce Bianco |
| NB7 | 1200 | Kreno-rithral | Val de la Mare | Noce Bianco |
| NBAR3 | 2270 | Krenal | Val de la Mare | Rio Larcher |
| NBAR4 | 2270 | Krenal | Val de la Mare | Rio Larcher |
| NBAR5 | 2270 | Krenal | Val de la Mare | Rio Larcher |
| NBAR6 | 2270 | Krenal | Val de la Mare | Rio Larcher |
| NBAR7 | 2270 | Krenal | Val de la Mare | Rio Larcher |
| Muschi | 2270 | Krenal | Val de la Mare | Rio Larcher |

- trappole “a bottiglia” posizionate entro i primi 30 cm di profondità in posizione verticale (6 per stazione) con l’apertura verso l’alto, svuotate e riposizionate ogni 15 giorni;
- 3 tubi in plastica, lunghi 1 m e con diametro di 6,5 cm, divisi ognuno in due metà, riempiti di ciottoli e inseriti orizzontalmente in alveo a circa 10 cm di profondità, con apertura solo verso valle; i tubi venivano scaricati e riposizionati ogni 15 giorni;
- 3 tubi di 1 m di lunghezza e 15 cm di diametro, depositati direttamente sul letto del corso d’acqua, chiusi a monte ed aperti a valle: le aperture, coperte da nylon a maglia sottile, contenevano al loro interno 3 sacchetti di rete a maglie di 1 cm, riempiti con ciottoli e ghiaia per un’area complessiva di circa 0,7 m²; i sacchetti venivano scaricati e riposizionati in alveo ogni 15 giorni;
- pompa Bou Rouch predisposta per raccogliere organismi iporreici alla profondità di 30 cm; per ciascun campionamento venivano raccolti e filtrati 10 litri di acqua per un esame di tipo quantitativo;
- raccolta in sito di muschi con successivo lavaggio e smistamento in laboratorio.

Il materiale raccolto è stato conservato in etanolo al 75%. Gli arpacticoidi sono stati contati utilizzando uno stereomicroscopio; tutti gli esemplari sono stati montati su vetrini in liquido di Faure per l’identificazione a livello di specie, secondo Dussart (1967) e Berera *et al.* (2005), della determinazione del sesso e dello stadio riproduttivo, utilizzando un microscopio Zeiss Axioskop a contrasto di fase.

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

Nel corso della ricerca sono stati raccolti 12.671 arpacticoidi, di cui 10.702 sono stati identificati e assegnati a 18 taxa (1969 esemplari non sono stati identificati perché rappresentati da naupli o primi stadi di copepoditi).

Nella tabella 2 sono elencati i taxa rinvenuti nelle diverse stazioni di campionamento.

Nelle 15 stazioni di Val de La Mare sono presenti tutti i taxa: *Bryocamptus Articocamptus cuspidatus* (Schmeil, 1893) è la specie più diffusa (presente in 12/15 stazioni indagate), *Bryocamptus Rheocamptus zschokkei* (Schmeil, 1893) e *Bryocamptus Articocamptus alpestris* (Vogt, 1845) in 10/15, *Hypocamptus paradoxus* (Kreis, 1926) in 8/15, *Bryocamptus Limocamptus echinatus* (Mrázek, 1893) e *Moraria alpi-*

na (Stoch, 1998) in 7/15, *Bryocamptus Articocamptus rhaeticus* (Schmeil, 1893) in 6/15 e *Bryocamptus Bryocamptus pygmaeus* (Sars, 1863), *Maraenobiotus zschokkei* (Kreis, 1920), *Epactophanes richardi* (Mrázek, 1893), *Maraenobiotus insignipes* (Lilljeborg, 1902) e *Maraenobiotus truncatus* (Gurney, 1932) sono stati trovati in una sola stazione.

In relazione alla quota, *Bryocamptus (A.) cuspidatus* presenta la più ampia distribuzione altitudinale, seguito da *Bryocamptus (R.) zschokkei*; *Bryocamptus (L.) echinatus* è presente esclusivamente tra 2257 e 2270 m s.l.m., mentre *Bryocamptus (A.) alpestris* e *H. paradoxus* sono dominanti alle quote più alte (2257-2703 m s.l.m.).

Per quanto riguarda le differenti tipologie fluviali, *Bryocamptus (A.) cuspidatus* è più abbondante in ambienti crenali, caratterizzati da elevata stabilità dell’alveo, basse variazioni di temperatura e di portata, stabile presenza di risorse trofiche; *Bryocamptus (R.) zschokkei* è maggiormente legato ad ambienti misti quali il kryal-rithral e il kreno-rithral. *Bryocamptus (A.) alpestris* appare particolarmente abbondante nel kreno-rithral, ma è ben rappresentato anche nel kryal; anche *Bryocamptus (L.) echinatus* è presente in tutti gli ambienti indagati, ma è abbondante solo nel krenal. *H. paradoxus*, infine, potrebbe essere considerato un indicatore di habitat criali (presente nel 60% di queste tipologie) e del kryal-rithral (37%); questa specie, quindi, sembra essere la migliore colonizzatrice dei corsi d’acqua d’alta quota ad alimentazione glaciale.

Nel Careser sono state indagate 4 stazioni comprese tra 1985 e 2694 m s.l.m.; i taxa rinvenuti sono 12, valore relativamente alto considerando il più basso sforzo di campionamento in quest’area. Anche qui *Bryocamptus (A.) cuspidatus* risulta essere la specie a maggiore valenza ecologica; *Bryocamptus (A.) alpestris* e *H. paradoxus* confermano il loro legame con gli ambienti d’alta quota (qui si trovano fra 2500 e 2700 m s.l.m.). La presenza di *Bryocamptus (A.) cuspidatus* in ambienti criali e creno-rithrali è in linea con quanto già osservato per Val de La Mare (nel Careser mancano il kryal-rithral e krenal). *Bryocamptus (A.) alpestris* è pressoché esclusivo del kryal e praticamente inesistente nel kreno-rithral; è da sottolineare che in Val de La Mare la specie è ben rappresentata proprio nel keno-rithral. *H. paradoxus* conferma anche qui il suo legame con il kryal.

Un ultimo aspetto da considerare è che nel Careser mancano *Bryocamptus (B.) pygmaeus* ed *Epactophanes richardi*, specie tipiche di quote più basse rispetto a quelle oggetto della presente indagine.

Nella Val di Conca sono state studiate 4 stazioni

Tab. 2 - Numero di individui rinvenuti nelle 23 stazioni di campionamento.
 Tab. 2 - Number of individuals collected in the 23 sampling stations.

| Stazioni | <i>Bryocamptus (A.) cuspidatus</i> | <i>Bryocamptus (R.) zschokkei</i> | <i>Bryocamptus (L.) echinatus</i> | <i>Bryocamptus (A.) sp.</i> | <i>Bryocamptus (A.) alpestris</i> | <i>Moraria alpina</i> | <i>Maraenobiotus insignipes</i> | <i>Bryocamptus sp.</i> | <i>Bryocamptus (A.) rhaeticus</i> | <i>Bryocamptus (B.) pygmaeus</i> | <i>Maraenobiotus vejdoskyi</i> | <i>Maraenobiotus truncatus</i> | <i>Maraenobiotus zschokkei</i> | <i>Hypocamptus sp.</i> | <i>Hypocamptus paradoxus</i> | <i>Hypocamptus ruffoi</i> | <i>Bryocamptus (A.) cfr. vandouwei</i> | <i>Epactophanes richardi</i> | Copepoditi | Totale | N. Taxa |
|----------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------------|---------------------------|--|------------------------------|------------|--------|---------|
| C3 | 20 | 7 | | | 1 | 1 | | | 29 | | | | | | | | 2 | | 10 | 70 | 6 |
| C4 | 46 | 8 | | 3 | | 10 | | | 21 | | | | | | | | | | 8 | 96 | 5 |
| C7 | 46 | 1 | | 4 | 36 | 1 | | | 14 | | | | | | | | 6 | | 3 | 111 | 7 |
| C8 | 104 | 517 | | 4 | 13 | 24 | | | 18 | 6 | | | | | | | 1 | | 123 | 810 | 8 |
| CR1 | 10 | | | 1 | 104 | | | | | | | | 2 | 1 | 9 | | | | | 127 | 6 |
| CR1bis | 83 | 1 | 1 | | | 17 | | | | | | | | | | | | | 44 | 146 | 4 |
| CR2 | 4 | | | | 3 | | | 5 | | | 3 | | | | 14 | | | | | 29 | 5 |
| CR3 | 271 | 61 | 17 | | 2 | 8 | | | 21 | | | | | | | | | | 43 | 423 | 6 |
| NB1 | 20 | | | | 10 | | | | | | 1 | | | | 6 | | | | | 37 | 4 |
| NB1bis | | | | | 27 | | | | | | | | | 2 | | 5 | | | | 34 | 3 |
| NB2 | 4 | 6 | | | 3 | | | | | | | | | 14 | 130 | 2 | | | 7 | 166 | 6 |
| NB2bis | 53 | 1 | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | 5 | 61 | 4 |
| NB3 | 50 | 12 | 1 | | 9 | | | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | 310 | 2 | | | | 388 | 10 |
| NB3bis | 3929 | 238 | 50 | | 119 | 25 | | | 170 | | | | | 1 | 21 | 6 | 1 | | 843 | 5403 | 10 |
| NB4 | 137 | 113 | 24 | | 22 | 7 | 1 | 48 | 3 | | | | | | 29 | | 1 | | 7 | 392 | 10 |
| NB5 | 13 | 2 | | | | | | | | | | | | | 29 | | | | 2 | 46 | 3 |
| NB7 | 36 | 113 | | | | 5 | | | 31 | | | | | | 3 | | | 3 | 21 | 212 | 6 |
| NBAR3 | 1045 | 499 | 26 | | 3 | 10 | | | | | | | | | 6 | | | | 377 | 1966 | 6 |
| NBAR4 | 641 | 49 | 12 | 24 | 1 | 8 | | | | | | | | | | | | | 59 | 794 | 6 |
| NBAR5 | 639 | 244 | 22 | 1 | 1 | 17 | | | 7 | 1 | | | | | | | | | 414 | 1346 | 8 |
| NBAR6 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 1 |
| NBAR7 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| Muschi | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 9 | 3 |

tra 1300 e 2500 m s.l.m.; gli 8 taxa rinvenuti mostrano una distribuzione simile a quanto osservato nelle altre due aree: *Bryocamptus (A.) alpestris* e *Bryocamptus (A.) rhaeticus* sono presenti ad alte quote, mentre *Bryocamptus (R.) zschokkei* è più comune a quote meno elevate (1300 m s.l.m.). *Bryocamptus (A.) cuspidatus* anche qui è la specie più abbondante e frequente, maggiormente legata ad habitat creno-ritrali. Particolari condizioni ambientali locali ancora da identificare potrebbero essere la causa che ha comportato una notevole presenza nel kryal di *Bryocamptus (A.) rhaeticus*, specie invece molto rara in Val de La Mare e nel Careser.

5. CONCLUSIONI

Gli ecosistemi fluviali d'alta quota qui esaminati, pur essendo caratterizzati da alcuni fattori ambientali molto restrittivi, ad esempio basse temperature, elevata velocità di corrente e torbidità (Ward 1994; Milner & Petts 1994), ospitano un buon numero di specie di arpacticoidi, soprattutto nelle aree di confluenza di valli fluviali, dove si ha una notevole espansione e un importante rimescolamento delle falde. Risultati simili, riferiti specialmente alla componente iporreica del popolamento, sono stati riscontrati da diversi altri autori (White 1993; Tockner *et al.* 1997; Malard *et al.*

2000; Malard *et al.* 2001). Effettivamente, in accordo con Nelson & Raline (1999), questi ambienti ecotonali sono caratterizzati da una migliore ossigenazione delle acque e da più alti contenuti di materia organica grazie ai continui scambi con lo strato di acqua superficiale sovrastante. Rappresentano pertanto un'opportunità per l'insediamento di molte specie di invertebrati bentonici, che trovano qui condizioni ottimali; costituiscono anche una zona di rifugio nell'eventualità di piene occasionali e possono essere considerati come una "riserva" di invertebrati utile per la ricolonizzazione di altri ambienti lentici.

In tutti e tre i sistemi indagati, le stazioni situate a quote comprese tra i 2000 e 2500 m s.l.m. presentano il maggior numero di taxa di arpacticoidi; probabilmente per il sovrapporsi del limite altitudinale inferiore di specie tipicamente d'alta quota con quello superiore di quelle diffuse a quote inferiori. Tra le prime si collocano *H. paradoxus* e *Bryocamptus A. alpestris*, tra le seconde *Bryocamptus pygmaeus* e *Epactophanes richardi*.

In accordo con quanto già osservato da Stoch (1998) e Maiolini *et al.* (2005), *Bryocamptus (A.) cuspidatus* è risultata la specie più abbondante e più diffusa. Questa specie è ampiamente presente in Europa, Groenlandia e in America del Nord (Dussart & Defaye 1990), e potrebbe essere considerata, in accordo con Husmann (1975) e Galassi (1997), un elemento boreo-alpino. In Italia la specie è stata segnalata in diverse località dell'arco alpino (Berera *et al.* 2005), in un ambiente interstiziale iporreico dell'Adige (Ferrarese & Sambugar 1976) e in Abruzzo nei pressi di Pescasseroli (Galassi 1997). È presente anche in Sardegna sul Monte Limbara (Cottarelli *et al.* 2002).

Da un punto di vista faunistico questa ricerca ha permesso di raccogliere anche specie rare come *Maraenobiotus insignipes*, *Maraenobiotus truncatus* e *Maraenobiotus zschokkei* (Berera *et al.* 2005), tutte rinvenute nel bacino idrografico del Noce in Val de La Mare, un'area in cui è stato più intenso lo sforzo di campionamento e di ricerca.

In un precedente lavoro (Cottarelli *et al.* 2002) era già stato studiato materiale proveniente da una stazione in Val Conca, in cui era stato trovato *Maraenobiotus vejodoski*, specie assente nei campioni studiati nel corso del presente lavoro. Per quanto riguarda la Val de La Mare, le precedenti ricerche avevano permesso di individuare 6 taxa, tutti confermati con la sola eccezione di *Articocamptus* *cfr. abnobensis*. *Hypocamptus ruffoi*, una specie di Canthocamptidae recentemente descritta (Cottarelli *et al.* 2005), può essere considerato un ulteriore taxon stenotermo da comprendere "nel ristretto gruppo di relitti glaciali o elementi boreo-

alpini". Questo e pochi altri taxa (*Bryocamptus (A.) alpestris*, *Hypocamptus paradoxus*, *Maraenobiotus insignipes*, *Moraria alpina*) sono elementi ricorrenti nella fauna alpina d'alta quota a microcrostacei (Cottarelli *et al.* 2002).

RINGRAZIAMENTI

La ricerca è stata co-finanziata della Provincia Autonoma di Trento nell'ambito dei progetti HIGHEST (Health and Integrity of Glacial Headwaters in Trentino) e VETTA (Valenza Ecologica dello Zoobenthos di Torrenti Alpini) e dall'Istituto per la Ricerca in Montagna (IMONT) nell'ambito del progetto CRYOALP (Ruolo della criosfera alpina nell'equilibrio idrologico). Gli Autori ringraziano tutti i colleghi della Sezione di Zoologia degli Invertebrati e Idrobiologia del Museo Tridentino di Scienze Naturali per la collaborazione sia in campo che in laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

- Berera R., Cottarelli V., De Laurentiis P., Galassi D. M. G. & Stoch F., 2005 - Crustacea Copepoda Harpacticoida. In: Ruffo S., Stoch F. (a cura di), Checklist e distribuzione della fauna italiana. *Mem. Mus. Civ. St. Nat. Verona*, 2ª serie, *Sezione Scienze della Vita*, 16: 97-99.
- Cottarelli V., Berera R. & Maiolini B., 2002 - Annotazioni faunistiche ed ecologiche su Copepodi di alta e media quota di sorgenti e corsi d'acqua alpini, appenninici e sardi. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 78/1 (2001): 25-30.
- Cottarelli V., Berera R. & Maiolini B., 2005 - *Hypocamptus ruffoi* sp. n. e *Hypocampus paradoxus* (Kreis, 1926) (Crustacea: Copepoda: Harpacticoida) in torrenti d'alta quota del Parco Nazionale dello Stelvio. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 81 (2004): 37-47.
- Dussart B.H., 1967 - *Les Copépodes des eaux souterraines littorales et continentales d'Europe occidentale. Tome I: Calanoides et Harpacticoides*. Ed. Boubee et Cie., Paris: 500 pp.
- Dussart B.H. & Defaye D., 1990 - *Répertoire mondial des Crustacés Copépodes des eaux intérieures. III. Harpacticoides*. *Crustaceana*, Suppl., 16: 1-384.
- Ferrarese U. & Sambugar B., 1976 - Ricerche sulla fauna interstiziale iporreica dell'Adige in relazione allo stato di inquinamento del fiume. *Riv. Idrobiol.*, XV (1): 47-127.
- Galassi D.M.P., 1997 - Little known harpacticoid copepods from Italy, and description of *P. crenobia* n. sp. (Copepoda, Harpacticoida). *Crustaceana*, 70 (6): 694-709.
- Husmann S., 1975 - The borealpine distribution of groundwater organisms in Europe. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 19: 2983-2988.

- Maiolini B., Lencioni V., Berera R. & Cottarelli V., 2005 - Effects of flood pulse on the hyporheic harpacticoids (Crustacea, Copepoda) in two altitude Alpine streams. *Meiofauna Marina*, 14: 105-108.
- Malard F., Ward J.V. & Robinson C.T., 2000 - An expanded perspective of the hyporheic zone. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 27: 431-437.
- Malard F., Mangin A., Uehlinger U. & Ward J.V., 2001 - Thermal heterogeneity in the hyporheic zone of a glacial flood plain. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 1319-1335.
- Milner A.M. & Petts G.E., 1994 - Glacial rivers: physical habitat and ecology. *Freshwat. Biol.*, 32: 295-207.
- Nelson S.M. & Raline R.A., 1999 - Relationships between metals and hyporheic invertebrate community structure in a river recovering from metals contamination. *Hydrobiologia*, 397: 211-226.
- Tockner K., Malard F., Burgher P., Robinson C.T., Uehlinger U., Zah R. & Ward J.V., 1997 - Characterization of channel types in a glacial floodplain ecosystem (Val Roseg, Switzerland). *Arch. Hydrobiol.*, 140: 433-463.
- Ward J. V., 1994 - Ecology of alpine streams. *Freshwat. Biol.*, 32: 277-294.
- White D.S., 1993 - Perspectives on defining and delineating hyporheic zones. *J. N. Am. Benth. Soc.*, 12: 61-69.

Accettato per la stampa: 30 maggio 2007