

Cambiamenti climatici e fiumi temporanei: approcci per una gestione integrata

Annamaria Zoppini, Luisa Patrolecco, Stefano Amalfitano

Istituto di Ricerca Sulle Acque- Consiglio Nazionale Sulle Ricerche (IRSA-CNR), Roma

Sessione 1

Riassunto

I fiumi temporanei rappresentano una risorsa idrica fondamentale per le regioni semiaride del Pianeta. Questi corsi d'acqua sono naturalmente caratterizzati da una elevata variabilità idrologica con ricorrenti fasi di siccità e di piena. Il riscaldamento globale sta modificando la loro idrologia accentuandone gli eventi estremi. Questi sistemi acquatici sono stati a lungo ignorati dal punto di vista gestionale, soprattutto durante i lunghi periodi di siccità. Attualmente il monitoraggio dei fiumi temporanei è effettuato seguendo le direttive per i corsi d'acqua permanenti. Scarse sono le informazioni sulla qualità ambientale e la dinamica dei cicli biogeochimici per l'intero ciclo idrologico. Il sedimento è un importante compartimento dei sistemi acquatici in cui si deposita il materiale in sospensione di diversa natura, tra cui la sostanza organica, gli inquinanti e i nutrienti. Nei fiumi temporanei il sedimento, disponibile in tutte le fasi idrologiche, rappresenta un fondamentale elemento di continuità per le specie biologiche garantendo il mantenimento della biodiversità. La trasformazione della sostanza organica nel sedimento, controllata dalle comunità microbiche, è un processo chiave per tutto l'ecosistema con ripercussioni sulla catena trofica e sulla qualità dell'acqua. Le informazioni acquisite attraverso lo studio di questi sistemi, fanno luce su aspetti finora ignorati che danno impulso a nuove strategie di monitoraggio e gestione, basate sulla conoscenza delle comunità naturali, le funzioni e i servizi ecosistemici.

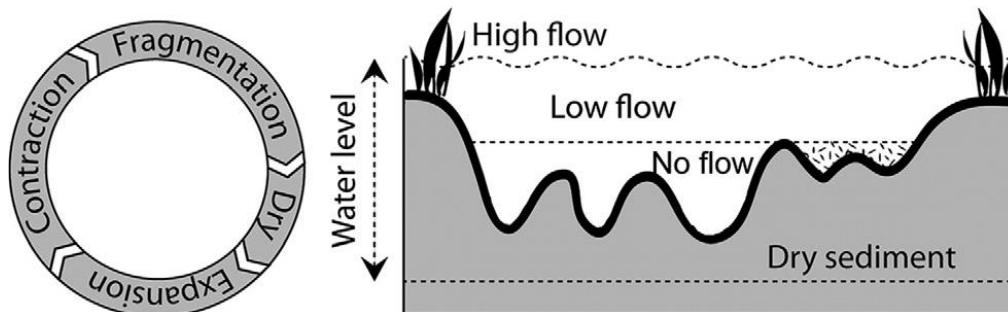


Fig. 1 Rappresentazione schematica della variazione dei flussi idrici nei fiumi temporanei (da Zoppini et al. 2014).

Introduzione

Il riscaldamento globale sta producendo significative perturbazioni del ciclo globale dell'acqua, incrementando i periodi di siccità ed il numero di precipitazioni di forte intensità (Allen e Ingram 2002, IPCC 2014). I fiumi temporanei, naturalmente caratterizzati da fasi idrologiche molto variabili, risentono particolarmente di tali variazioni climatiche, tanto che i periodi di siccità hanno una durata maggiore e gli eventi di piena sono più frequenti ed intensi, con effetti significativi di erosione e dilavamento dei sedimenti (Gallart et al. 2008). Nonostante i fiumi temporanei rappresentino una risorsa importante di acqua per le popolazioni residenti, sono generalmente ignorati nei piani di monitoraggio (WFD 2000, EPA 2011) e fino a qualche decade fa, considerati biologicamente inattivi durante la fase di siccità (Stanley et al. 1997). A livello nazionale i criteri di monitoraggio sono quelli previsti per i fiumi permanenti (DL 2010/260). Le fasi idrologiche che caratterizzano maggiormente i fiumi temporanei sono quelle di scarso flusso o di assenza di flusso, in cui avviene la

sedimentazione della sostanza organica, inclusi gli inquinanti, e la fase di piena che veicola a valle quanto precedentemente depositato. In particolare durante il periodo di siccità il sedimento, ed il suo contenuto, è esposto all'aria per periodi variabili fino ad alcuni mesi.

In generale nei sistemi acquatici il sedimento è un comparto importante per i cicli biogeochimici, ma nei sistemi temporanei rappresenta un elemento fondamentale di continuità in tutte le fasi idrologiche, garantendo la sopravvivenza del biota ed il mantenimento della biodiversità. Le comunità microbiche, poste alla base della catena trofica eterotrofa, svolgono un ruolo importante nei cicli biogeochimici, poiché attraverso l'utilizzo della sostanza organica, mettono in connessione le risorse del sedimento con i livelli superiori della catena trofica. I risultati sperimentali ottenuti dallo studio dei fiumi temporanei, e qui brevemente riassunti, possono aprire nuovi scenari nella gestione di questi corpi idrici.

Azioni e metodi

Da studi sperimentali condotti grazie a finanziamenti della Comunità Europea (Progetti TempQsim e MIRAGE) e di diverse Istituzioni (MIUR-RSTL- e Max Planck Instituts), sono state descritte le modificazioni dei processi mediati dalle comunità microbiche (tassi di Produzione batterica, Respirazione, attività enzimatiche extracellulari) in funzione delle fasi idrologiche in diversi fiumi temporanei (Amalfitano *et al.* 2008, Zoppini *et al.* 2010, Marxsen *et al.* 2010). Tali variazioni sono state messe anche in relazione alla variabilità della qualità chimica in termini di inquinanti organici prioritari (Zoppini *et al.* 2016 e 2014).

Risultati

Le variazioni, osservate in fiumi appartenenti a diverse regioni europee, sono significative e in generale riconducibili ad uno stesso paradigma (Zoppini e Marxsen 2011). Durante le fasi di piena le comunità microbiche processano la risorse organiche disponibili alla massima velocità, diversamente da quanto avviene durante un regime idrico ridotto (Zoppini *et al.* 2010, Zoppini *et al.* 2014)(Fig.2). Sorprendentemente durante il periodo di siccità il sedimento ospita una comunità microbica che, seppur ridotta in termini di biomassa, è in grado di mantenere attività idrolitiche extracellulari i cui prodotti arricchiscono il sedimento di composti organici e nutrienti ad elevata biodisponibilità (Zoppini e Marxsen, 2011). Questi nutrienti, il cui utilizzo è limitato dalle stesse condizioni ambientali estreme, possono essere veicolati a valle all'arrivo delle prime piogge fino a raggiungere i corpi idrici riceventi, con la potenzialità di innescare processi di degradazione e consumo di ossigeno nelle acque riceventi.

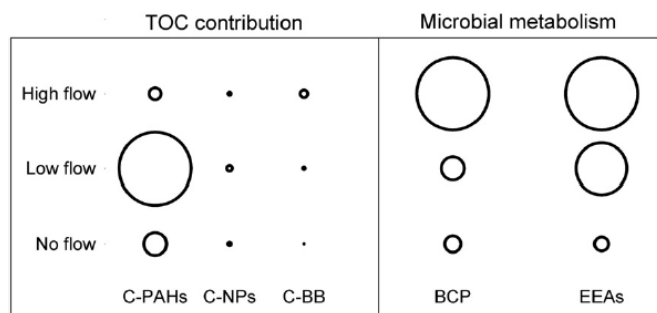


Fig. 2 Il grafico rappresenta nelle diverse condizioni idrologiche la variazione del contributo relativo IPA e nonilfenoli espressi in concentrazione di carbonio (C-PAHs e C-NPs), di biomassa batterica (C-BB) rispetto alla concentrazione di carbonio del sedimento (TOC). A destra sono date le variazioni delle principali funzioni della comunità microbica legate alla circolazione del C e nutrienti (BCP= produzione batterica; EEAs= attività enzimatiche extracellulari) (da Zoppini *et al.* 2014)

Le diverse fasi idrologiche possono influenzare anche la concentrazione di inquinanti organici prioritari nei sedimenti, in special modo quelli con caratteristiche di idrofobicità (Zoppini *et al.* 2014). Le concentrazioni più elevate di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), ad esempio, sono state osservate durante il periodo di scarso flusso in concomitanza con la minore attività

microbica, lasciando dedurre una scarsa probabilità di degradazione per via batterica di questi composti. Concentrazioni significativamente ridotte di IPA sono state invece osservate in assenza di flusso, quando il sedimento è direttamente esposto ai raggi solari, risultato probabilmente attribuibile ai processi di fotolisi. Durante la fase di siccità avverrebbero quindi importanti processi di degradazione, di origine non biotica, nei confronti di inquinanti organici che, in studi di laboratorio, sono risultati tossici per le comunità microbiche residenti e refrattarie alla biodegradazione (Zoppini *et al.* 2016).

Risultati

In conclusione il sedimento, insieme ai processi che in esso si svolgono, sembra essere uno degli elementi chiave dei fiumi temporanei, in grado di influenzare la qualità ambientale. In linea generale, i sedimenti sono monitorati solo nei casi specifici previsti dal DL2010/60, mentre le comunità microbiche sono al momento del tutto trascurate (Caruso *et al.* 2015). Questi risultati potrebbero costituire la base di discussione per la revisione dei piani di gestione al fine del raggiungimento del “*Good Environmental Status*” (GES) come suggerisce la *Water Framework Directive* (WFD), nonché per la protezione della salute umana.

Bibliografia

- Allen, M. R., Ingram, W. J. (2002). Constraints on future changes in climate and the hydrologic cycle. *Nature*, 419(6903), 224-232.
- Amalfitano S., Fazi S., Zoppini A., Barra Caracciolo A., Grenni P., Puddu A. Responses of benthic bacteria to experimental drying in sediments from Mediterranean temporary rivers. *Microbial Ecology* 2008, 55: 270-279
- Caruso G., R. La Ferla, M. Azzaro, A. Zoppini, G. Marino, T. Petochi, C. Corinaldesi, M. Leonardi, R. Zaccone, S. Fonda, C. Caroppo, L. Monticelli, F. Azzaro, F. Decembrini, G. Maimone, R. Cavallo, L. Stabili, N. Todorova, V. Karamfilov, E. Rastelli, S. Cappello, M. I. Acquaviva, M. Narracci, R. De Angelis, P. Del Negro, M. Latini, R. Danovaro (2015). Microbial assemblages for environmental quality assessment: Knowledge, gaps and usefulness in the European Marine Strategy Framework Directive. *Critical Reviews in Microbiology*, 1-22.
- EPA US. Environmental Protection Agency, Federal Water Pollution Control Act, chapter 26. Water pollution prevention and control. As amended through Pub.L. 111-378, January 4, 2011, as in effect January 4, 2011; 2011 (132 pp.).
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Field, C. B., et al (2014).
- Marxsen J., Zoppini A., Wilczek S. (2010). Microbial communities in streambed sediments recovering from desiccation. *FEMS Microbiology Ecology*, 71:374-386
- WFD, Water Framework Directive. Establishing a framework for community action in the field of water policy; 2000 (2000/60/EC)
- Zoppini A., Ademollo N., Patrolecco L., Amalfitano S., Casella P., Patrolecco L., Polesello S. (2014). Organic priority substances and microbial processes in river sediments subject to contrasting hydrological conditions. *Sc Tot Environ*, 484:74-83.
- Zoppini A., Ademollo N., Amalfitano S., Capri S., Casella P., Fazi S., Marxsen J., Patrolecco L. (2016). Microbial responses to polycyclic aromatic hydrocarbons contamination in temporary river sediments: Experimental insights. *Sc.Tot.Environ.*, 541, 1364-1371-
- Zoppini A., Amalfitano S., Fazi S., A. Puddu (2010). Dynamics of a benthic microbial community in a riverine environment subject to hydrological fluctuations (Mulargia River, Italy). *Hydrobiologia* (2010) 657:37-51,
- Zoppini A., Marxsen J. (2011). Importance of Extracellular Enzymes for Biogeochemical Processes in Temporary River Sediments during Fluctuating Dry-Wet Conditions. In: *Soil Enzymology, Soil Biology (Series)*, vol. 22, pp: 103-117. Shukla, Girish; Varma, Ajit (Eds.), Varma, Ajit Series Editor, Copyright Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011