

## Studio delle fioriture di cianobatteri attraverso le tecniche di telerilevamento

Bresciani M. (\*,\*\*), Giardino C. (\*), Kratzer S. (\*\*\*), Matta E. (\*),  
Braga F. (\*\*\*\*), Morabito G. (\*\*\*\*\*), Bartoli M. (\*\*), Strömbeck N. (\*\*\*\*\*)

(\*) CNR-IREA, Via Bassini 15, Milano, Tel. 02-23699298, Fax 02-236999300,  
e-mail: bresciani.m@irea.cnr.it; giardino.c@irea.cnr.it; matta.e@irea.cnr.it

(\*\*) Dipartimento Scienze Ambientali, Università degli studi di Parma, Viale G.P. Usberti 11/A, 43124 Parma,  
Tel. 0521-905048, Fax e-mail: marco.bartoli@unipr.it

(\*\*\*) Department of Systems Ecology, Stockholm University, Tel. +46-8-161059, Fax +46 (0)8 15 84 17,  
e-mail: Susanne.Kratzer@ecology.su.se

(\*\*\*\*) Istituto di Scienze Marine, CNR-ISMAR, Venezia, e-mail: federica.braga@ismar.cnr.it

(\*\*\*\*\*) Istituto Studio Ecosistemi, CNR-ISE, Largo Tonolli 50, 28922 Pallanza (VB),  
Tel. 0323-518300, Fax 0323-556513, e-mail: g.morabito@ise.cnr.it

### Sommario

Con l'obiettivo di poter approfondire le conoscenze dei fenomeni di fioritura dei cianobatteri nelle acque è in corso (2010-2012) il progetto di cooperazione bilaterale Italia-Svezia denominato "Cyanobacteria Assessment in Italian and Swedish water from space" (cyan-IS-was). Tramite misure in situ, in laboratorio si è creato un data-set di firme spettrali con differenti fioriture di cianobatteri che ha permesso di valutare gli algoritmi disponibili in bibliografia e d'implementare nuovi algoritmi specifici per l'individuazione e quantificazione dei differenti eventi di fioritura da immagini telerilevate (MERIS, CHRIS-PROBA) e aerotrasportate (MIVIS, APEX). Le mappe, integrate con dati fisico-chimici delle acque e dati meteorologici, sono alla base della possibilità di comprensione dei fenomeni di fioritura e del loro impatto sugli ecosistemi acquatici considerati.

### Abstract

In order to improve the actual knowledge about cyanobacteria blooms, the project cyan-IS-was is currently under way. Through in situ measures a data-set has been realized collecting different cyanobacteria blooms spectral signatures. It allowed the evaluation of algorithms already present in bibliography and the implementation of new ones, specific for the characterization of different bloom events from remote sensed images. Maps, together with water physical-chemical parameters and weather data, can be used to understand the impact of blooms on the aquatic ecosystems.

### Introduzione

Le elevate concentrazioni di nutrienti organici nelle acque e nei sedimenti, associate agli aumenti di temperatura ed alle variazioni dei livelli delle acque determinano dei fenomeni di "bloom algale", tanto più probabili e intensi quanto maggiore sarà la compartecipazione di questi fattori. Alcuni *bloom* fitoplanctonici vengono definiti *Freshwater harmful algal blooms* (FHABs) poiché comprendono specie che possono portare alla produzione di pericolose tossine; tra questi gli organismi predominanti risultano essere i cianobatteri (Jhonk et al., 2008). I *blooms* dei cianobatteri hanno differenti impatti negativi sugli ecosistemi acquatici: infatti, determinano un aumento della torbidità delle acque e una carenza notturna di ossigeno, possono produrre cianotossine che determinano seri rischi per la salute umana e per gli animali acquatici, rendono difficilmente utilizzabili le acque a livello potabile (Chorus, 2001). Negli ultimi 20 anni le fioriture dei cianobatteri negli ambienti acquatici lacustri sono aumentate sia in termini di frequenza, sia di

intensità (es. Hudnell, 2008). I principali fattori alla base di questi aumenti sono collegati ai *changing environment*, che includono *global climate change* e *global eutrophication* (es. Granéli e Flynn 2006). La complessità delle caratteristiche specifiche e di adattamento di questi organismi, rende necessaria l'integrazione di differenti discipline. Ad integrazione della limnologia, il telerilevamento è una disciplina che permette di ottenere informazioni quantitative sulla qualità delle acque con il vantaggio della visione sinottica e della multitemporalità. In particolare i cianobatteri, essendo dotati di pigmenti secondari (ficocianine e ficoeritrine) che producono caratteristici picchi di assorbimento/riflessione della radiazione elettromagnetica emergente dalla colonna d'acqua, possono essere rilevati dai sensori satellitari.

### **Obiettivi del progetto**

Il progetto si è preposto e si propone di i) aumentare la conoscenza delle proprietà ottiche inerenti ed apparenti delle acque in presenza di cianobatteri; ii) analizzare i differenti algoritmi di letteratura per la discriminazione delle fioriture e implementare algoritmi semi-empirici dedicati ai differenti casi di studio e iii) utilizzare le immagini multi-iperspettrali da aereo e satellite per mappare e quantificare i fenomeni di fioritura e motivare le possibili cause di tali eventi.

### **Attività e risultati del progetto**

Le aree di studio studiate all'interno del progetto hanno compreso un'estrema varietà di ecosistemi acquatici italiani e svedesi al fine di poter considerare la variabilità dal punto di vista morfologico, climatico e di stato trofico (lago Trasimeno, Idro, Mantova, Garda, Vänern, Mar Baltico e Adriatico). L'analisi delle proprietà ottiche delle acque in presenza di cianobatteri è stata effettuata sia su campioni d'acqua in laboratorio, sia in situ. Sono state effettuate misure delle proprietà ottiche inerenti e apparenti che hanno permesso di valutare come assorbimento e back-scattering dei pigmenti fotosintetici siano utilizzabili per creare algoritmi semi-empirici e modelli bio-ottici dedicati alla loro mappatura. Queste informazioni sono state riportate alle immagini telerilevate appositamente corrette atmosfericamente e si sono potute ottenere mappe di concentrazioni e distribuzione dei cianobatteri. L'analisi delle immagini ha evidenziato come lo studio dei cianobatteri necessita di immagini iperspettrali con un elevato rapporto segnale/rumore e, data la loro dinamica temporale, di elevati tempi di rivisitazione. I risultati hanno evidenziato l'estrema variabilità dei fenomeni di fioritura dei cianobatteri, che per le differenze nell'intensità, nell'eterogeneità e nelle caratteristiche della fioritura necessitano di algoritmi e parametrizzazioni di modelli sito-specifici. L'analisi ha evidenziato come la clorofilla-a sia un buon *proxy* dei fenomeni di fioritura quando questi sono intensi e monospecifici, mentre, quando si hanno fioriture eterogenee, è necessario utilizzare i pigmenti secondari caratteristici (ficocianina e ficoeritrina). L'analisi ecologica dei fenomeni di fioritura considerati ha sottolineato come la temperatura, l'irradianza incidente, le condizioni di vento e la quantità di nutrienti disponibili nelle acque siano i parametri fondamentali che determinano i *blooms* di cianobatteri.

### **Riferimenti bibliografici**

Chorus I, Bartram J. eds. (1999). *Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management*. Published by E & FN Spon, London, on behalf of the World Health Organization, Geneva.

Granéli E, Flynn K, (2006). *Chemical and physical factors influencing toxin content*. In: Granéli E, Turner JT (Eds.), *Ecology of Harmful Algae*. Ecological Studies, vol. 189. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 229–241.

Hudnell HK, Jones C, Labisi B, Lucero V, Hill D R, Eilers J. (2010). Freshwater harmful algal bloom (FHAB) suppression with solar powered circulation (SPC), *Harmful Algae*, 9: 208-217.

Johnk KD, Huisman J, Sharples J, Sommeijer B, Visser PM, Stroom JM, (2008). Summer heat waves promote blooms of harmful cyanobacteria, *Glob. Change Biol.* 14: 495-512.