

A5. PROFILI DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE NELLA GESTIONE DELLE FIORITURE DI CIANOBATTERI

Roberta De Angelis (a)*, Massimo Scopelliti (b)

(a) *Dipartimento Tutela delle acque interne e marine, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma*

(b) *Direzione Generale per la tutela del territorio e delle risorse idriche - Div. III, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma*

* *roberta.deangelis@isprambiente.it*

A5.1. Introduzione

Con la direttiva 2006/7/CE (Europa, 2006) è stato introdotto un nuovo sistema di controllo e di gestione della qualità delle acque di balneazione, basato su un'attività di monitoraggio e su una valutazione ambientale volta alla prevenzione del rischio connesso alle pressioni presenti nell'ambiente. A tal fine, viene introdotto un nuovo strumento di valutazione e gestione definito "profilo dell'acqua di balneazione", recepito nell'allegato E del decreto del Ministero della salute 30 marzo 2010 (Ministero della Salute, 2010). Il profilo rappresenta il risultato di un'analisi territoriale, condotta a livello di bacino idrografico, volta ad individuare tutti i possibili fattori di rischio per l'ambiente e conseguentemente per la salute umana con l'obiettivo di prevenirne o attenuarne gli effetti.

La redazione dei singoli profili prevede un approccio multidisciplinare, in linea con la concezione olistica di protezione dell'intero corpo idrico, introdotta dalla direttiva quadro in materia di acque (Europa, 2000). Tale direttiva, infatti, definisce l'inquinamento come:

"l'introduzione diretta o indiretta, a seguito di attività umana, di sostanze o di calore nell'aria, nell'acqua o nel terreno, che possono nuocere alla salute umana o alla qualità degli ecosistemi acquatici degli ecosistemi terrestri che dipendono direttamente da ecosistemi acquatici, perturbando, deturpando o deteriorando i valori ricreativi o altri usi legittimi dell'ambiente".

Pertanto, l'obiettivo principale a perseguire è il raggiungimento del "buono" stato ambientale al fine di tutelare la salute umana, le risorse idriche, gli ecosistemi naturali e la biodiversità. A tale scopo è necessario procedere all'esame delle caratteristiche del bacino idrografico, con particolare riferimento alle pressioni e agli impatti, anche potenziali, cui esso è esposto e prevedere risposte adeguate quali una riduzione dei carichi inquinanti e l'individuazione e implementazione di soluzioni per risanare l'ambiente acquatico.

In tal senso, la direttiva balneazione richiama tale attività conoscitiva mediante l'utilizzo del profilo. In particolare, delle varie sezioni che lo compongono, la sezione 3 del profilo riveste un ruolo fondamentale, identificando l'"area di influenza" quale unità fondamentale di studio delle caratteristiche ambientali e delle connessioni con le attività antropiche che potrebbero condizionare in maniera diretta o indiretta la qualità di un'acqua di balneazione. Lo studio dell'area d'influenza rappresenta, quindi, una sorta di modello concettuale costituito da tutta la rete di complesse relazioni e processi che si svolgono all'interno dell'area stessa con conseguente impatto sull'acqua di balneazione. In Figura A5.1 è riportata una rappresentazione semplificata dei principali fattori ambientali e antropici individuabili in uno studio dell'area d'influenza.

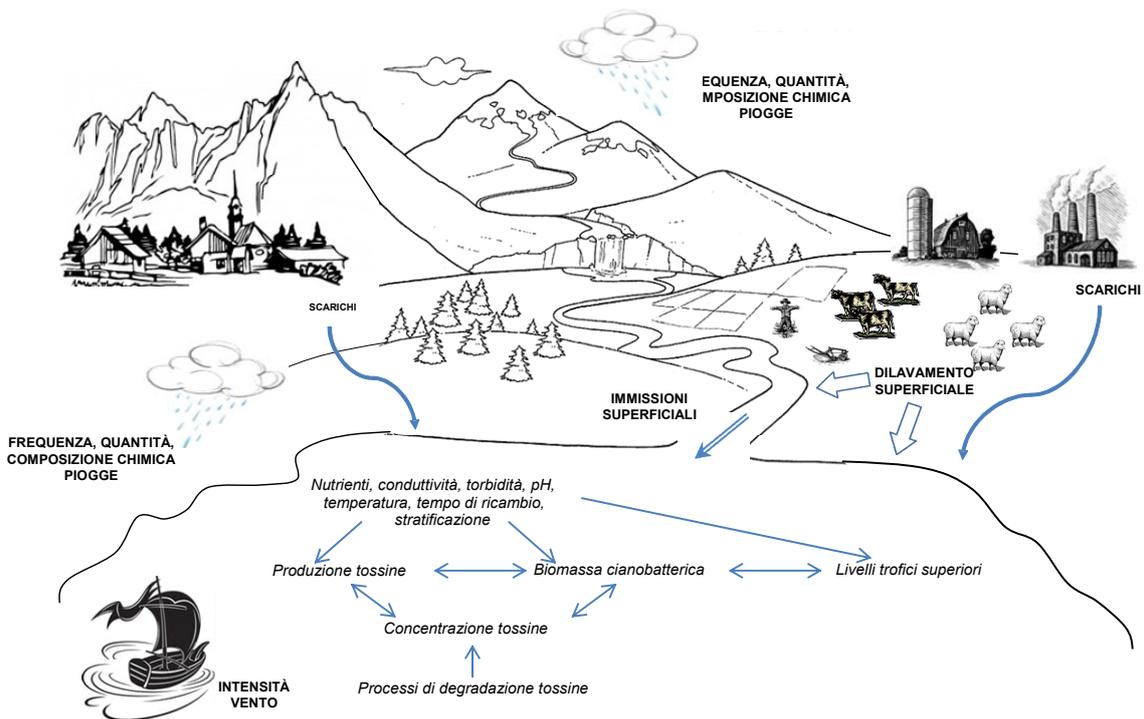


Figura A5.1. Rappresentazione schematica di uno studio dell'area di influenza con i principali fattori ambientali ed antropici che insistono sul bacino di interesse

Questa area, geograficamente, coincide con il bacino drenante, o una sua porzione, connesso con l'acqua di balneazione, in cui la presenza di fonti di inquinamento diffuse o puntuali potrebbero incidere sulla qualità dell'acqua. Sono considerate fonti puntuali i sistemi di trattamento dei reflui, gli scaricatori di emergenza della rete delle acque nere, gli sfioratori di piena delle reti miste, gli scarichi delle reti di acque bianche e gli scarichi diretti da impianti industriali. Queste sono considerate le maggiori fonti di contaminazione microbiologica per le acque di balneazione. Per questo motivo, nel profilo ne deve essere fatta una descrizione, contenente il numero, la localizzazione, la tipologia, le caratteristiche associate e il tipo di scarico predominante.

Le principali fonti diffuse sono correlate ad una serie di attività antropiche connesse principalmente all'uso del suolo. Ne è un esempio la pratica intensiva dell'agricoltura che, in condizioni meteo-climatiche avverse, può incidere negativamente sulla qualità delle acque a causa degli intensi apporti di inquinanti di natura microbiologica e chimica (es. nutrienti) veicolati dal dilavamento del terreno. Infatti, sotto l'azione delle precipitazioni intense i nutrienti vengono mobilizzati dal terreno e riversati in acqua (Paerl *et al.*, 2006; King *et al.*, 2007). Per questo motivo, le informazioni sull'uso del suolo e sull'idrologia del corpo idrico sono parte integrante di questa analisi. Per quel che riguarda le informazioni sull'uso del suolo, risulta molto utile il progetto CORINE (*Coordination of Information on the Environment*) Land Cover (Bossard *et al.*, 2000). Questo progetto è nato a livello europeo specificamente per il rilevamento e il monitoraggio delle caratteristiche di copertura e uso del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela ambientale.

Un altro aspetto da non sottovalutare è quello di indicare altri corpi idrici presenti nel bacino che potrebbero essere fonte di contaminazione per l'acqua di balneazione. Perciò è necessario riportare una breve descrizione sul corrente stato ecologico e chimico del corpo idrico, così come determinato ai sensi della direttiva 2000/60/CE (Europa, 2000) e, in caso di status "scarso", è necessario indicare le motivazioni di tale classificazione.

L'insieme di queste informazioni costituisce uno strumento importante per l'individuazione di strategie di gestione e recupero, oltre che per una più corretta valutazione del rischio igienico-sanitario, indipendentemente dalla classificazione. Infatti, in alcuni casi, acque classificate come eccellenti sono risultate essere comunque soggette ad eventi di inquinamento, che durante la stagione balneare hanno richiesto l'applicazione di un divieto di balneazione. In questi casi, oltre che comportare un potenziale danno all'ambiente acquatico e un rischio sanitario per il bagnante, si ha anche una perdita di fruibilità della risorsa con conseguente danno economico.

In termini pratici, per una efficace valutazione ambientale e una corretta informazione dei cittadini è utile riportare tutte le caratteristiche dell'area d'influenza anche su mappa, avendo cura di indicare, in particolare, i limiti della stessa, la localizzazione delle principali fonti d'inquinamento nonché informazioni sugli scarichi delle acque reflue.

A5.2. Individuazione del potenziale di proliferazione cianobatterica nel profilo dell'acqua di balneazione

L'insieme delle informazioni presenti sul profilo, con particolare attenzione a quelle desunte dallo studio dell'area di influenza, deve consentire di individuare i rischi presunti o accertati per la salute umana anche in relazione al rischio di proliferazione cianobatterica.

All'interno della descrizione del profilo, infatti, è presente una sezione (sezione 4; Europa, 2006) in cui riportare informazioni circa le criticità, accertate o potenziali, che potrebbero compromettere la fruibilità di un'acqua di balneazione. Vi è compresa anche una sottosezione specifica (sottosezione 4.4) per la valutazione del potenziale rischio da proliferazione cianobatterica, come previsto all'art. 11 (*Rischi da cianobatteri*) del DL.vo 116/2008 (Italia, 2008), recepimento italiano della Direttiva europea 2006/7/CE (Europa, 2006). Sebbene le conoscenze sulle cause che innescano una fioritura o che determinano la prevalenza di specie a potenziale tossico siano in continua evoluzione, ai fini di un inquadramento generale della problematica, rimane fondamentale l'identificazione delle pressioni nell'ambito dello studio dell'area d'influenza. È necessaria poi un'analisi preliminare dei dati storici sulle fioriture pregresse che hanno interessato l'acqua, considerando la specie responsabile, le densità, nonché il numero e la descrizione degli eventi che si sono verificati per ogni stagione balneare.

In seguito, su tale base, è importante eseguire una caratterizzazione dell'evento, descrivendo e sottolineando le relative cause, anche se presunte, e le condizioni al contorno, quali ad esempio apporto di nutrienti, variazioni della temperatura, condizioni meteo-climatiche, informazioni sull'idrologia ecc, che lo hanno caratterizzato. Ci sono, infatti, evidenze scientifiche di come, attraverso un'azione sinergica tra l'aumento dell'apporto di nutrienti, derivanti da attività antropiche perlopiù connesse all'uso del suolo, e la modificazione di alcune variabili climatiche, venga favorita l'espansione di alcune specie di cianobatteri capaci di meglio adattarsi alle mutate condizioni dell'ambiente acquatico (Kosten *et al.*, 2011).

Pur non essendo attualmente possibile identificare un nesso causale definito tra cambiamenti climatici e insorgenza di fioriture, tuttavia ci sono evidenze convergenti delle relazioni intercorrenti tra i due fenomeni. Infatti, le possibili cause dei blooms possono essere di natura biotica e abiotica, a seconda delle diverse specie all'interno della comunità, e sono generalmente

sito specifiche. Quel che appare chiaro, comunque, è che le variazioni, in termini di intensità e frequenza, nelle precipitazioni (lunghi periodi di siccità seguiti da precipitazioni di breve durata ma molto intense), uniti alle caratteristiche idrologiche e all'uso del suolo, determinano dei cambiamenti dei parametri acquatici (temperatura, salinità, nutrienti, intensità luminosa) che a loro volta modificano lo stato trofico del corpo idrico, influenzando sullo sviluppo dei cianobatteri (Shaw *et al.*, 2001). In alcuni casi, i processi di eutrofizzazione favoriscono lo sviluppo della biomassa dei cianobatteri rispetto alle altre specie fitoplanctoniche a causa della loro maggiore affinità per alcuni nutrienti (Chorus & Bartram, 1999) e per la loro capacità di meglio regolare il livello galleggiamento potendo così sfruttare un più ampio range di risorse (luce, carbonio inorganico e nutrienti) (Paerl *et al.*, 2011; Wagner & Adrian, 2009). In Figura 1 si riporta un modello concettuale delle principali vie di deflusso dell'acqua in un lago durante e dopo eventi di pioggia, e dei parametri fisico-chimici e biologici che possono esserne influenzati, con conseguente innesco di blooms e produzione di tossine (Reichwaldt, 2011). Tale modello viene presentato a titolo esemplificativo per riepilogare i fattori e le interazioni di cui tenere conto nella valutazione del potenziale di proliferazione cianobatterica.

Risulta evidente l'importanza delle attività praticate nell'area d'influenza, in quanto determinano la qualità degli input diretti e indiretti che vanno ad influire, a loro volta, sulla qualità dell'acqua. Inoltre, rivestono un ruolo fondamentale la quantità delle piogge, la durata dei periodi di siccità precedenti le piogge, l'idrologia e le dimensioni del lago e del bacino drenante. Eventi di forte pioggia possono portare a fenomeni di erosione del sedimento con conseguente rilascio di nutrienti. Infine, non appare meno importante il ruolo giocato dalla composizione chimica delle piogge che può essere valutata solo su scala regionale, poiché riflette le emissioni antropogeniche locali, e stagionale (Lara *et al.*, 2010).

Infine, ma non per importanza, l'insieme di tutti i dati raccolti dalla caratterizzazione dell'evento e dallo studio dell'area d'influenza, deve facilitare gli amministratori dell'acqua di balneazione a stimare le probabilità che l'evento possa ripetersi in futuro. Tale considerazione può essere fatta o attraverso un approccio basato su giudizio esperto, riferito principalmente ai dati storici, o mediante l'utilizzo di modelli matematici previsionali. A tal proposito, come riportato nel capitolo A6, sono stati sviluppati una varietà di modelli per affrontare la relazione pressioni/risposte e per valutare l'efficacia delle misure di risanamento o analizzare gli effetti dei cambiamenti climatici nello stato ecologico e nei processi di recupero di un'acqua.

A5.3. Conclusioni

Il profilo, fornendo un quadro ambientale del territorio cui un'acqua di balneazione appartiene, consente agli amministratori di quell'acqua, di individuare tempestivamente un potenziale rischio per la salute umana e mettere in atto le adeguate misure di gestione.

Nella redazione del profilo il passaggio determinante è l'individuazione e lo studio dell'area d'influenza al fine di individuare le pressioni e gli eventuali impatti in relazione al contesto territoriale e meteo-climatico di tutta l'area. Inoltre, lo studio dell'area d'influenza fornisce informazioni importanti per attuare opportune misure di gestione in caso si verificano delle criticità, che potrebbero compromettere la balneabilità di un'acqua. Inoltre, per la natura preventiva del profilo è possibile in molti casi stimare la probabilità che l'evento possa verificarsi nelle stagioni balneari successive.

Tuttavia, considerato che ad oggi non sono chiare le cause e i fattori responsabili di alcune forme di inquinamento, la stima della probabilità che l'evento possa ripetersi nel tempo può basarsi sui dati degli eventi pregressi, oppure sull'utilizzo di modelli matematici previsionali.

L'utilizzo dei modelli risulta molto utile anche per conoscere l'eventuale estensione e durata dell'inquinamento, informazioni queste molto importanti per i bagnanti. Questi ultimi attraverso il profilo dovrebbero essere tempestivamente informati sui rischi che potrebbero incontrare immergendosi in un'acqua di balneazione in determinate condizioni.

Il profilo delle acque di balneazione, pertanto, rappresenta la congiunzione tra l'individuazione e valutazione tempestiva dei rischi per la salute umana, non solo di natura batteriologica e le determinanti ambientali connesse.

Bibliografia

- Bossard M, Feranec J, Otahel J. *CORINE land cover technical guide – Addendum 2000*. Copenhagen; European Environment Agency, 2000. (Technical report No 40).
- Chorus I, Bartram J (Ed.). *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*. London, New York: E&FN Spon; 1999. (Published on behalf of WHO).
- Europa. Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. *Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee* n. L 327/1 del 22 dicembre 2000.
- Europa. Direttiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 febbraio 2006 relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e abrogazione della direttiva 76/160/CEE. *Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee* n. L 64/42, del 4 marzo 2006.
- Italia. Decreto legislativo 30 maggio 2008 n. 116. Attuazione della direttiva 2006/7/CE relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e abrogazione della direttiva 76/160/CEE. *Gazzetta Ufficiale – Serie Generale* n. 155, del 4 luglio 2008.
- King KW, Balogh JC, Harmel RD. Nutrient flux in storm water runoff and baseflow from managed turf. *Environmental Pollution* 2007;150:321-8.
- Kosten S, Huszar V, Becares E, Costa L, van Donk E, Hansson LA, Jeppessn E, Kruk C, Lacerot G, Mazzeo N, De Meester L, Moss B, Lurling M, Noges T, Romo S, Scheffer M. Warmer climate boosts cyanobacterial dominance in shallow lakes. *Global Change Biology* 2011;18(1):118-26.
- Lara ER, Guardiola RM, Vasquez YG, Renteria IB, Alvarez HB, Echeverria RS, Alvarez PS, Jimenez AA, Torres MC, Kahl J. Chemical composition of rainwater in northeastern Mexico. *Atmosfera* 2010;23(3):213-24.
- Magnuson JJ, Webster KE, Assel RA, Bowser CJ, Dillon PJ, Eaton JG, Evans HE, Fee EJ, Hall RI, Mortsch LR, Schindler DW, Quinn FH. Potential effects of climate changes on aquatic systems: Laurentian great lakes and Precambrian shield region. *Hydrological Processes* 1997;11(8):825-71.
- Ministero della Salute. Decreto 30 marzo 2010. Definizione dei criteri per determinare il divieto di balneazione, nonché modalità e specifiche tecniche per l'attuazione del decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116, di recepimento della direttiva 2006/7/CE, relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale* n. 119, del 24 maggio 2010.
- Paerl HW, Hall NS, Calandrino ES. Controlling harmful cyanobacterial blooms in a world experiencing anthropogenic and climatic-induced change. *Science of total Environment* 2011;409(10):1739-45.
- Paerl HW, Valdes LM, Joyner AR, Peierls BL, Buzzelli CP, Piehler MF, Riggs SR, Christian RR, Ramus JS, Clesceri EJ, Eby LA, Crode LW, Luettich RA. Ecological response to hurricane events in the Pamlico Sound System, NC and implications for assessment and management in a regime of increase frequency. *Estuaries and Coast* 2006; 29: 1033-45.
- Reichwaldt ES, Ghadouani A. Effects of rainfall patterns on toxic cyanobacterial blooms in a changing climate: Between simplistic scenarios and complex dynamics. *Water research* 2012;46:1372-92.

- Reichwaldt ES, Zheng L, Barrington DJ, Ghadouani A. Acute toxicological response of *Daphnia* and *Moina* to hydrogen peroxide. *Journal of Environmental Engineering* 2011;138(5):607-11.
- Shaw G, Garnet C, Moore MR, Florian P. The predicted impact of climate change on toxic algal (Cyanobacterial) bloom and toxin production in Queensland. *Environmental Health* 2001;1(4).
- Wagner C, Adrian R. Cyanobacteria dominance: quantifying the effects of climate change. *Limnology and Oceanography* 2009;54(6/2):2460-8.