

Clitunno: un fiume a rischio

Fedra Charavgis, Mirko Nucci, Sonia Renzi

Un'area di grande valore paesaggistico ed ambientale, come quella del Clitunno, viene messa a rischio dall'elevato sviluppo urbano ed agricolo

Il 25 novembre 2006 l'esplosione di un silos della ditta "Umbria Olii" di Campello sul Clitunno, nei pressi di Spoleto, provocò la morte di quattro operai e rischiò di compromettere seriamente l'ambiente circostante. A seguito di quell'incidente, Arpa Umbria attivò immediatamente una serie di controlli sia sul reticolo idrografico del fiume Clitunno che sulle acque sotterranee dell'area interessata dall'evento.

A tali controlli, fece seguito lo sviluppo di un apposito progetto, finalizzato a valutare l'entità dell'impatto sull'intero ecosistema acquatico e definire in maniera più approfondita il quadro ambientale del fiume Clitunno e dei suoi affluenti; questo, in considerazione delle singolari caratteristiche paesaggistiche, floristiche ed idrauliche dell'area in esame, soggetta da tempo a modificazioni strutturali e qualitative legate all'evoluzione del territorio.

MATERIALI E METODI

La particolare complessità del progetto ha portato all'esecuzione di studi su diverse matrici e componenti ambientali:

- lungo tutto il reticolo idrografico del fiume Clitunno è stato effettuato il rilievo degli scarichi e degli attingimenti presenti; sugli scarichi attivi al momento del sopralluogo sono stati effettuati test ecotossicologici con batteri bioluminescenti (*Vibrio fischeri*) e analisi chimiche per la determinazione di azoto totale, azoto ammoniacale, nitrati, fosforo totale, fenoli, COD e tensioattivi totali. La scelta di questi parametri è stata condotta in base alla tipologia delle attività produttive presenti nell'area esaminata e alla presenza di nuclei abitati che recapitano direttamente nei corsi d'acqua;
- ogni 250 metri sono stati prelevati, lungo il fiume Clitunno e i suoi affluenti, campioni della porzione superficiale di sedimento, indicata come quella biologicamente più attiva; da tali campioni, con l'ausilio del laboratorio mobile, è stata estratta, tramite centrifugazione, l'acqua interstiziale (acqua dei pori contenuta nel sedimento), sulla quale sono stati effettuati saggi ecotossicologici con batteri bioluminescenti (*Vibrio fischeri*).

Sui campioni raccolti ogni 1000 metri, inoltre, sono state effettuate, dal laboratorio provinciale di Perugia, anche prove di tossicità sull'elutriato (fase liquida ottenuta dalla estrazione di particolato fine e sostanze solubili, mediante lavaggio, dalla matrice solida) utilizzando, secondo le procedure validate ed i metodi standard, gli organismi *Vibrio fischeri*, *Daphnia magna* e *Selenastrum capricornutum*;

- allo scopo di ottenere una caratterizzazione verticale granulometrica e chimica del sedimento fluviale, sono state prelevate, ogni 1000 metri, mediante campionatore *Beeker*, carote di sedimento minimamente disturbato sulle quali il laboratorio di Perugia dell'Agenzia ha effettuato analisi chimiche per la determinazione delle concentrazioni di metalli pesanti, idrocarburi e IPA;

lungo tutto il corso d'acqua, inoltre, è stato effettuato uno studio di tipo idromorfologico finalizzato ad una valutazione globale dell'ecosistema fluviale e della sua funzionalità attraverso l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale;

- la qualità ecologica del Clitunno è stata definita attraverso indagini puntuali sulle componenti biologiche dell'ecosistema quali comunità macrobentoniche, macrofittiche e fauna ittica;
- con i dati raccolti sono state realizzate cartografie tematiche di dettaglio.

ANALISI DEI DATI

I risultati ottenuti nei diversi ambiti di studio concorrono in modo complementare a definire il quadro ambientale complessivo del reticolo fluviale indagato. Tali risultati, non essendo sempre "sovrapponibili" e correlabili, vengono qui descritti in modo indipendente:

Monitoraggio degli scarichi attivi

In tutto il reticolo idrografico del fiume Clitunno sono stati individuati 124 scarichi, 12 dei quali sono stati campionati ed analizzati in campo per la determinazione dei parametri chimici sopra menzionati e l'esecuzione di test

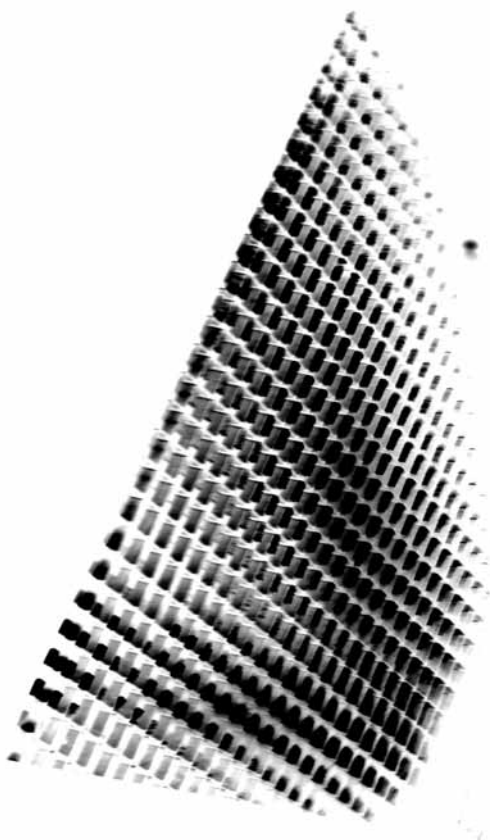




Figura 1 - Esempi di scarichi rilevati nel corso principale del Clitunno

ecotossicologici. Dall'analisi dei risultati si evince come il 50% dei campioni siano risultati altamente tossici e il 42% non tossici, mentre un solo campione presenta un effetto stimolante. Come già detto, è stato possibile analizzare solo una piccola porzione degli scarichi presenti; tuttavia, si può ragionevolmente supporre che la maggior parte degli scarichi rilevati sia comunque attiva. Pertanto, il dato risulta allarmante vista l'incidenza negativa delle sostanze rilasciate sull'ecosistema fluviale. L'analisi dei dati chimici pone in evidenza come il 50% degli scarichi esaminati oltrepassi abbondantemente i limiti della Domanda Chimica di Ossigeno (COD) e della concentrazione di fenoli, mentre il 42% circa supera la soglia di concentrazione per l'azoto ammoniacale. Per quanto riguarda i tensioattivi totali, circa il 60% dei campioni supera notevolmente il limite consentito. Questi dati delineano uno scenario piuttosto eloquente

*Gli studi di Arpa hanno preso
approfonditamente in esame l'intero quadro
ambientale del fiume e dei suoi affluenti*

della situazione del bacino del Clitunno, sottoposto al recapito diretto di sostanze inquinanti, le quali contrastano pesantemente con il carattere di rilievo paesaggistico, storico e naturalistico dell'area.

Monitoraggio dei sedimenti fluviali: analisi tossicologiche effettuate in campo

Lungo l'intero reticolo idrografico del fiume Clitunno, ogni 250 metri, sono stati prelevati complessivamente 58 campioni della porzione superficiale di sedimenti, dai quali è stata estratta l'acqua interstiziale per l'esecuzione di test di tossicità acuta con *Vibrio fischeri*.

L'analisi dei risultati ha evidenziato come il 60% dei cam-

pioni analizzati sul fiume Clitunnosia risultato tossico. Tale tossicità, espressa in funzione della distanza dalla sorgente del Clitunno, mostra un andamento fluttuante, privo di qualsiasi tendenza (fig. 2). Questo potrebbe essere giustificato dal fatto che l'idraulica del fiume determina il luogo in cui si accumulano i sedimenti, che si addensano non solo nel luogo di contaminazione, ma si depositano in base all'effetto della corrente e alla morfologia dell'alveo. Per quanto riguarda invece l'acqua interstiziale dei sedimenti prelevati negli affluenti del fiume Clitunno, non è stata evidenziata la stessa criticità, dal momento che solo una piccola percentuale dei campioni esaminati è risultata tossica.

Monitoraggio dei sedimenti fluviali: analisi tossicologiche effettuate in laboratorio

I saggi ecotossicologici effettuati dal laboratorio dell'Agenzia con il crostaceo *Daphnia magna* con il batterio bioluminescente *Vibrio fischeri* sull'elutriato relativo ai campioni di sedimenti fine prelevati ogni 1000 metri, non hanno evidenziato alcuna tossicità per il fiume Clitunno. Solo il test di crescita algale, eseguito con *Selenastrum capricornutum*, ha evidenziato livelli di tossicità (fig. 3).

È plausibile che non possano essere effettuate correlazioni consistenti tra la tossicità relativa a saggi effettuati con acque interstiziali ed elutriati a causa della molteplice varietà di processi chimici, fisici e biologici coinvolti nelle differenti fasi. Da ciò deriva la discrepanza dei dati ottenuti dal laboratorio mobile e dal laboratorio di Arpa, che è da imputare alla differente sensibilità degli organismi impiegati ai diversi substrati utilizzati nei test (elutriato ed acqua interstiziale).

Caratterizzazione chimica dei sedimenti fluviali

Lungo il reticolo idrografico del Clitunno, inoltre, sono stati raccolti, mediante carotatore *Becker*, 17 campioni di sedimenti di lunghezza variabile tra 20 e 80 centimetri. Ogni carota è stata suddivisa in segmenti di 20 centimetri

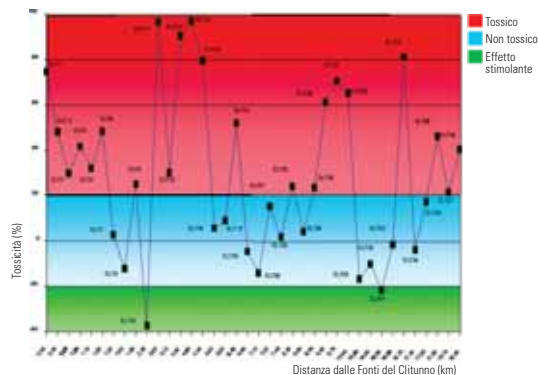


Figura 2 - Livelli di Tossicità dell'acqua interstiziale dei sedimenti nei diversi tratti del fiume Clitunno

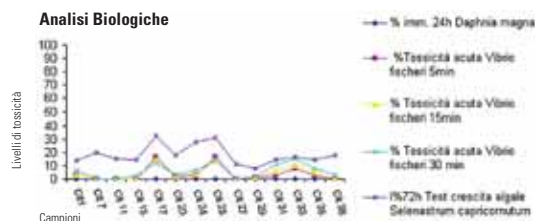


Figura 3 - Analisi del Laboratorio Provinciale di Perugia: livelli di tossicità dei sedimenti del fiume Clitunno

Fiume Chiascio: livelli di funzionalità fluviale

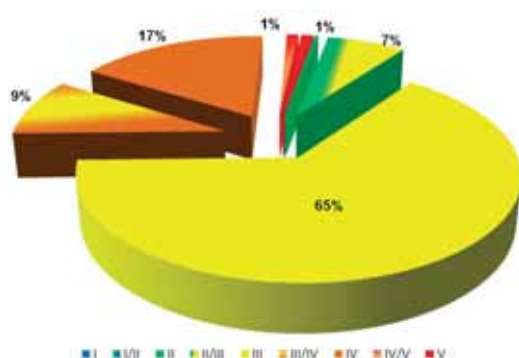


Figura 4 - Distribuzione percentuale dei livelli di funzionalità lungo l'asta principale del fiume Clitunno

ognuno allo scopo di effettuare una caratterizzazione chimica verticale. I parametri analizzati sono stati scelti in base alle caratteristiche dell'area e delle attività produttive presenti. I limiti di concentrazione utilizzati per una valutazione dello stato chimico dei sedimenti fanno riferimento al Titolo V del D. Lgs. 152/06 relativo a: "Concentrazioni soglia di contaminazione del suolo e del sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare", in quanto l'attuale legislazione non fissa limiti soglia di concentrazione di contaminanti per i sedimenti fluviali. I dati riferiti all'asta principale del *Clitunno* hanno chiaramente mostrato l'inesistenza di particolari criticità relative alla presenza di metalli pesanti, ad eccezione del campione prelevato in località *Chiesa Tonda*, che ha presentato concentrazioni di rame superiori a 120 mg/kg.

Per quanto riguarda gli idrocarburi pesanti, circa il 50% dei campioni distribuiti in tutto il corso d'acqua supera i 50 mg/kg. Tuttavia, avendo riscontrato la presenza di idrocarburi pesanti anche in prossimità delle *Fonti del Clitunno*, ove l'impatto antropico è decisamente limitato, possiamo ipotizzare che tali sostanze possano avere anche un'origine naturale, dovuta alla decomposizione di sostanza organica vegetale (Medeiros et al., 2005). Differente è la situazione dell'affluente *Marroggiola*, nel quale sono stati riscontrati per rame, arsenico e zinco valori superiori ai limiti di riferimento. In generale, per quanto riguarda la distribuzione verticale degli inquinanti, le sostanze monitorate sono maggiormente presenti nella porzione superficiale dei sedimenti, mentre in quelle più profonde le concentrazioni di metalli e di idrocarburi tendono a diminuire.

Applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale

Allo scopo di rendere il monitoraggio dello stato di qualità del fiume *Clitunno* più completo e significativo, si è cercato di utilizzare parametri ed informazioni ambientali eterogenei attraverso l'applicazione di varie metodologie di indagine. A supporto dei metodi di monitoraggio tradizionali è stato, quindi, utilizzato l'Indice di Funzionalità Fluviale (Siligardi *et al.*, 2000), sia perché integra i risultati dei metodi chimici e biotici estendendo il campo d'indagine all'intero ambiente fluviale, sia perché fornisce valutazioni sintetiche sulle cause del suo deterioramento consentendo, quindi, di orientare gli interventi di riqualificazione e di stimarne l'efficacia. L'obiettivo principale di tale valutazione consiste nella rilevazione dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, attraverso l'osservazione delle principali caratteristiche ecologiche di un fiume e l'analisi di parametri di natura morfologica, strutturale e biotica. La figura 4 evidenzia come lungo tutto il tratto esaminato prevalga un III livello di funzionalità fluviale, corrispondente ad un giudizio mediocre. Tale livello presenta una frequenza percentuale piuttosto elevata, pari al 65%, mentre tutti gli altri livelli di funzionalità si distribuiscono con frequenze molto più basse. Tra questi, il livello più rappresentato è il IV (17%), che esprime una funzionalità scadente. I livelli di funzionalità più elevata (I e I-II) non sono stati mai rilevati lungo il fiume *Clitunno*, mentre solo in un tratto sono state rilevate condizioni di buona funzionalità (livello II).

Dall'analisi dei parametri eco-morfologici rilevati attraverso l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale si evidenzia come il fiume *Clitunno* scorra in un ambiente fortemente antropizzato. L'incremento delle superfici destinate ad uso agricolo, infatti, ha causato la notevole riduzione o scomparsa delle fasce di vegetazione

Andamento dell'Indice Biotico Esteso lungo il fiume Clitunno

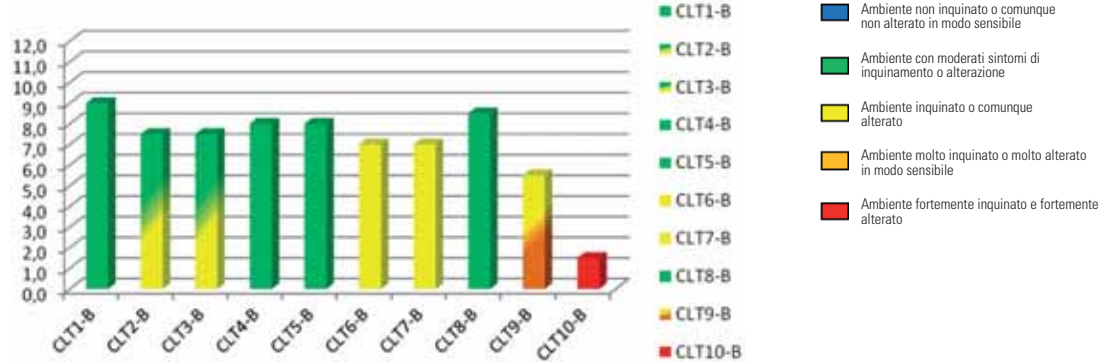


Figura 5 - Andamento dell'I.B.E. lungo il fiume Clitunno.

perifluviale e, di conseguenza, un aumento dell'erosione e del trasporto di sedimenti e nutrienti. A ciò si accompagna una struttura del fondo dell'alveo, a livello di macroscala, compromessa nella maggior parte dei tratti indagati, dal momento che il *Clitunno*, essendo un corso d'acqua artificializzato, ha uno scorrimento sostanzialmente uniforme, con percorso raddrizzato. Buona è invece la diversità ambientale a livello di microscala, dove prevale un substrato con copertura rilevante di idrofite e, in alcuni casi, di fasce di canneto continue. Tuttavia, nonostante una buona eterogeneità di microhabitat, la comunità a macroinvertebrati campionata risulta alterata nella struttura per la maggior parte dei casi esaminati.

Analisi delle componenti biologiche dell'ecosistema fluviale

LE COMUNITÀ MACROBENTONICHE E A MACROFITE
Lungo l'asta principale del fiume *Clitunno* sono state individuate e campionate 10 stazioni di monitoraggio per il rilevamento delle comunità macrobentoniche e la determinazione dell'Indice Biotico Esteso. Altri 4 punti di campionamento sono stati posizionati lungo i fossi tributari che scorrono parallelamente al *Clitunno* nel suo tratto iniziale (*Fossa Vecchia*, *Fossa Nuova*, *Fiumicellae Marroggiola*). L'applicazione dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.; Ghetti, 1997), che si basa sullo studio delle comunità di macroinvertebrati bentonici, attraverso l'analisi della ricchezza in *taxa* della diversa sensibilità agli inquinanti, consente di ottenere un giudizio sintetico sulla qualità delle acque. La figura 5 riporta i risultati dei rilievi effettuati sulle comunità macrobentoniche del fiume e i relativi giudizi di qualità. Dall'applicazione dell'I. B. E. si evince come

il *Clitunno* segua un trend qualitativo tipico di fiumi che scorrono in ambienti fortemente antropizzati. Nel tratto medio – alto, fino a valle della cartiera di *Trevi*, è presente una buona eterogeneità del substrato e ricchezza di mi-

I metodi tradizionali di monitoraggio sono stati affiancati, nello studio, da strumenti diversi quali l'Indice di Funzionalità Fluviale

crohabitat che favoriscono la colonizzazione di una fauna macrobentonica diversificata. A partire dalle stazioni di *Trevi-Pietrarossa Casco dell'Acqua*, si è invece registrato un peggioramento della qualità delle acque e delle caratteristiche ambientali, che determinano una marcata perdita di diversità biologica. Sempre più spesso, infatti, viene rilevata la predominanza di limo nel substrato e la presenza di sedimento nero, caratteristico di ambienti in anaerobiosi che favoriscono l'insediamento di una comunità composta prevalentemente dagli organismi più tolleranti. Nella stazione *Casevecchie* è stato, invece, rilevato un valore dell'indice più elevato, probabilmente legato alla riduzione locale dell'impatto antropico. Nel tratto fluviale che scorre tra Torre di Montefalco e Bevagna, infine, è stato riscontrato un netto deterioramento delle caratteristiche ambientali (banalizzazione del substrato, diffusa presenza di detrito anaerobico maleodorante, drastica riduzione nel numero dei *taxa*) e una qualità delle acque scadente. Dai campionamenti eseguiti sui fossi tributari, si è desunto che solo la *Fossa Vecchia* (località *Tre Ponti*) presenta una buo-

na qualità delle acque, mentre le stazioni posizionate sugli altri affluenti hanno tutte mostrato una compromissione dell'ecosistema fluviale e un ambiente comunque inquinato o alterato. Sulle stesse stazioni dove è stato effettuato il rilievo delle comunità macrobentoniche, vista l'importanza dal punto di vista naturalistico di tale ambiente, è stata analizzata la struttura e composizione delle biocenosi a macrofite presenti, con l'inserimento di un ulteriore sito di campionamento in prossimità del laghetto delle fonti.

Con il termine macrofite si intende un raggruppamento di organismi vegetali macroscopicamente visibili che colonizzano gli ambienti acquatici, comprendendo al loro interno sia le macroalghe sia le piante superiori acquatiche (Briofite, Pteridofite e Angiosperme). Le macrofite possono essere considerate degli ottimi indicatori biologici per la loro sensibilità nei confronti dell'inquinamento, in particolare di quello organico e dell'eutrofizzazione. Una elevata disponibilità di nutrienti (fosfati, nitrati), infatti, stimola lo sviluppo di tali cenosi, anche se la comunità si arricchisce soprattutto di specie tolleranti, con un basso valore ecologico; al di sopra di certi valori, invece, prolifera il *phytoplankton* e, quindi, diminuendo la penetrazione della luce, si riduce la crescita di macrofite radicate sommerse. Come per altri bioindicatori, l'uso delle macrofite permette di evidenziare gli effetti sinergici dovuti a più fattori di stress e, quindi, di valutare se la comunità è soggetta a disturbi, ma non di individuare la causa prima di inquinamento. È, pertanto, un tipo di studio complementare ai metodi tradizionali e fondamentale per un approccio integrato nella valutazione dello stato di qualità degli ecosistemi acquatici. L'analisi della composizione delle comunità macrofite fornisce, sostanzialmente, lo stesso quadro ambientale delineato dallo studio delle popolazioni bentoniche.

RILIEVO DELLA FAUNA ITTICA

Il monitoraggio della fauna ittica è stato condotto su due settori fluviali del *Clitunno*, uno situato in località

Piaggie, l'altro in località Casco dell'Acqua. Tale scelta è stata effettuata per consentire una sovrapposizione con le stazioni della Carta Ittica Regionale, al fine di poter confrontare la situazione attuale e quella passata. Tutti i campionamenti ittici sono stati condotti con il sistema della pesca elettrica, mediante l'ausilio di un elettrostoridore. L'analisi della composizione specifica delle popolazioni ittiche presso le stazioni di Pigge e Casco dell'Acqua classifica i due tratti esaminati rispettivamente in "zona inferiore della trota" e "zona del barbo". Rispetto ai campionamenti condotti nel 2005, la prima stazione risulta caratterizzata da un netto peggioramento nella composizione della comunità ittica, con evidente riduzione della diversità in specie. È stata riscontrata, inoltre,

L'indagine ha evidenziato una situazione complessa, caratterizzata da un generale degrado ambientale che richiede interventi mirati

la presenza di una serie di elementi nella comunità della trota fario (ad esempio malformazioni che evidenziano una loro lunga permanenza nelle vasche di allevamento) riconducibili ad azioni di ripopolamento effettuate in seguito ad incidenti di varia natura.

Nella seconda stazione, al contrario, non è possibile evidenziare un peggioramento nello stato delle popolazioni ittiche rispetto al passato; la comunità risulta quantitativamente insufficiente rispetto alle potenzialità, ma tale situazione è riconducibile al generale degrado della qualità ambientale del tratto indagato più che alle conseguenze dirette dei vari incidenti verificatisi. Il quadro ambientale complessivo del fiume *Clitunno* e dei suoi affluenti, quindi, mostra una situazione piuttosto eterogenea e complessa. Considerando il valore natura-

Figura 6 - Esempi di piante acquatiche presenti nel corso principale del *Clitunno*



listico ed ambientale che storicamente il *Clitunno* ha sempre rivestito, emerge una condizione di degrado generalizzata che necessita di interventi mirati. Lo sviluppo urbano ed agricolo che ha interessato il settore centrale della Valle Umbra ha inciso pesantemente sulla qualità del corso d'acqua, divenuto indiscriminatamente il ricettacolo delle attività presenti nella zona (scarichi civili, agricoli e industriali). Sono emerse realtà locali, ravvisate nel corso della campagna di monitoraggio, che mostrano una generale noncuranza nei confronti del fiume e dell'ecosistema che lo caratterizza: sono state rilevate appropriazioni improprie di alcuni tratti di sponda, per la realizzazione di recinzioni, strutture per l'allevamento del bestiame e apparati artigianali di attingimento. Inoltre, è stata rilevata la presenza diffusa di rifiuti solidi, frutto di un retaggio culturale che identifica il fiume come sistema gratuito di smaltimento ed evacuazione degli stessi. Anche dal punto di vista agricolo, la presenza di campi lavorati che si spingono immediatamente a ridosso delle rive, altera profondamente la struttura e composizione delle fitocenosi legate all'ambiente acquatico. Sulla base di tali valutazioni, appare evidente la necessità di rimuovere o ridimensionare rapidamente tali fattori di degrado, che porteranno, in assenza di interventi mirati, ad un costante peggioramento dello stato ambientale dell'intero reticolo fluviale.