

CAPITOLO 9

IL PIANO DI MANUTENZIONE DELLE CASSE DI ESPANSIONE

1. Generalità

Il piano di manutenzione della cassa di espansione stabilisce le prassi di utilizzo e manutenzione dell'opera e delle sue parti, in modo da evitarne il degrado anticipato. A questo scopo, si pianificano il tipo e la cadenza dei controlli e degli interventi finalizzati al rispetto della dinamica prestazionale, definita in fase di progetto, che l'opera dovrà avere nel corso del suo ciclo di vita.

Gli elementi da considerare nel piano di manutenzione di una cassa di espansione sono di carattere tecnologico e naturalistico, esse riguardano sia l'efficienza e la funzionalità idraulica ed impiantistica dell'opera, sia il suo inserimento ambientale nel territorio in termini di capacità di recupero e mantenimento dell'equilibrio dell'ecosistema che è stato modificato in fase di realizzazione.

2. Attività di manutenzione di carattere tecnologico

2.1 Bacino di invaso della cassa di espansione

L'efficienza idraulica del bacino va garantita nel tempo attraverso il controllo del fenomeno di interrimento. Allo scopo, una volta definita l'incidenza dei fenomeni di trasporto solido e calcolata la probabile evoluzione nel tempo della capacità d'invaso del bacino compatibile con la funzionalità della cassa, il piano di manutenzione dovrà garantire il rispetto degli obiettivi progettuali nel ciclo di vita dell'opera attraverso attività di controllo e di interventi correttivi.

Il controllo dovrà riguardare:

- l'evoluzione morfologica del bacino in seguito alle inondazioni, in modo da permettere il confronto con le previsioni di progetto; questo tipo di controllo dovrà essere effettuato mediante rilievi topografici di dettaglio eseguiti con cadenza dipendente dalla frequenza di inondazione e dalla significatività dell'apporto solido prevista progettualmente o riscontrata durante la conduzione dell'opera;
- l'assetto dei fattori naturali od indotti che influenzano il fenomeno del trasporto solido all'interno del bacino imbrifero di alimentazione della cassa, ossia:
 - le caratteristiche climatiche regionali, il regime idrologico e delle precipitazioni;
 - l'assetto del reticolo idrografico naturale ed artificiale;
 - l'erosibilità e la stabilità dei versanti;
 - la tipologia e la distribuzione della vegetazione.

Gli eventuali interventi correttivi di manutenzione potranno essere sia di tipo diretto, ossia di asportazione del materiale sedimentato in eccesso all'interno dell'invaso, sia di tipo preventivo, consistenti in sistemazioni idraulico forestali e stabilizzazioni dei versanti del bacino imbrifero.

2.2 La manutenzione dell'asta fluviale

Per le casse di espansione in derivazione è di primaria importanza la manutenzione dell'asta fluviale in quanto essa determina le condizioni di funzionamento degli sfioratori laterali.

E' necessario quindi in fase di manutenzione ordinaria verificare i parametri di progetto quali i coefficienti di scabrezza, la pendenza longitudinale dell'alveo, la morfologia delle sezioni, la quota dello sfioratore rispetto al fondo dell'alveo. I primi due parametri, in assenza di un'opera trasversale che fissi la scala delle portate, determinano il livello di partenza del processo di sfioro e anche la possibilità che si verifichi il risalto di fronte all'opera stessa.

La posizione della soglia rispetto al fondo alveo tende a modificarsi nel tempo a causa del processo di sfioro che riducendo progressivamente la portata in alveo può determinare variazioni nella dinamica del trasporto solido di fondo e provocare conseguentemente la riduzione della quota dello sfioratore.

La manutenzione ordinaria deve avere cadenza annuale o di maggiore frequenza in relazione alle variazioni morfologiche dell'alveo.

La manutenzione straordinaria deve essere invece attuata ogni qual volta si verificano danni alle opere idrauliche inerenti all'alveo. Interventi sono in genere necessari dopo eventi di piena intensi e ogni qual volta i controlli ordinari rilevano la necessità di manutenzione straordinaria.

2.3 La manutenzione delle arginature.

E' necessario realizzare la copertura delle superfici degli argini con un manto erboso, sia per proteggere l'argine dall'erosione dovuta alla pioggia, sia per motivi di recupero ambientale. Per assicurare l'attecchimento delle specie arboree prescelte vengono in genere utilizzati geosintetici o geotessuti posti temporaneamente sull'argine. I geotessuti a causa dello sviluppo della vegetazione e l'usura del tempo vengono progressivamente distrutti.

Il piano di manutenzione dell'opera deve contenere:

- 1) indicazioni sulla manutenzione ordinaria;
- 2) indicazioni sulla manutenzione straordinaria.

Nel primo caso si tratta di conservare l'efficacia dell'arginatura attraverso tre fondamentali azioni:

- manutenzione del manto erboso sui paramenti e sulle banchine;
- manutenzione della pista di servizio (del coronamento arginale);
- manutenzione del corpo.

La manutenzione del manto erboso è quella più appariscente e oggi anche quella più costosa per la frequenza con la quale deve essere attuata: almeno due volte l'anno, all'inizio della primavera - a stagione vegetativa avviata - ed al termine dell'estate o all'inizio dell'autunno, comunque prima della stagione delle piene. La mancanza dello sfalcio comporta la crescita di vegetazione cespugliosa, arbustiva ed arborea che soffoca col suo ombreggiamento il miscuglio di erbe seminate e che è causa di non poche preoccupazioni per i pericoli diretti ed indiretti che ingenera nella tenuta arginale.

E' essenziale che l'erba asportata venga rimossa perché arricchirebbe la fertilità del suolo favorendo le specie infestanti a scapito di quelle a lenta crescita.

La funzione delle pista di servizio è duplice: da una parte garantisce il controllo del comportamento dell'arginatura in occasione delle piene e rende spedito l'intervento in caso di necessità; dall'altra impedisce alle acque di pioggia di penetrare nel corpo arginale e, data la sua costituzione, di comprometterne la stabilità.

Da qui la frequenza dei controlli e degli interventi manutentivi, come avviene lungo le strade locali, non appena si verificano i presupposti.

Laddove la pista è bitumata, il tappetino d'usura viene rifatto ogni 12-15 anni mediamente.

Per ciò che concerne la manutenzione del corpo, l'osservazione dei fenomeni significativi è meno appariscente e di più difficile valutazione che non quella legata al taglio della vegetazione. In più le conseguenze sono ben più gravi perché possono sfociare addirittura nel collasso dell'opera. In compenso però, gli interventi richiesti da tale tipo di manutenzione sono saltuari ed a frequenza molto bassa e mediamente valutabile in un tempo superiore ai dieci/quindici anni.

La manutenzione straordinaria comporta interventi da attuare dopo ogni evento di piena di una certa rilevanza. E' necessario osservare il comportamento della tenuta del corpo arginale rivolgendo l'attenzione al paramento lato campagna. Dalla valutazione del trasudamento, ove esistesse, scaturisce la necessità o meno dell'intervento manutentorio.

Nella fase di calo dell'onda di piena è possibile osservare il comportamento della stabilità del corpo arginale. E' questo il momento in cui gli strati di terreno d'arginatura che sono stati per lungo tempo a contatto con l'acqua passano dallo stato saturo a quello con sempre minor contenuto di umidità. Il passaggio è molto delicato e può dare origine a fenomeni di instabilità che si manifestano con microscopiche lesioni longitudinali, in principio di difficile apprezzamento, ma via via crescenti fino a diventare macroscopiche ed, a lungo andare, distruttive producendo veri e propri sfiancamenti.

Le microlesioni longitudinali che interessano il corpo arginale sono meglio visibili quando sul coronamento corre una pista asfaltata.

2.4 La manutenzione delle paratoie

2.4.1 Scelta del tipo

Le operazioni di manutenzione e la loro frequenza sono strettamente correlate al tipo di paratoia, la cui scelta è legata essenzialmente alle condizioni ed alle modalità di esercizio idraulico.

I parametri da considerare oltre ai vincoli logistici e/o strutturali quali le dimensioni e le posizioni vincolanti sono la presenza o meno ed il tipo di sorgenti d'energia, la presenza o meno di altri apparati e/o automatismi di regolazione.

I parametri e le dimensioni sono da considerarsi quali condizioni al contorno nella determinazione delle prestazioni dell'organo di scarico o regolazione.

Il primo obiettivo è quindi quello di verificare se le condizioni suddette consentono l'esercizio idraulico voluto in termini di gestione di portate nel tempo, fissati determinati gradini di regolazione e tempi d'intervento.

In linea di massima, si utilizzano paratoie piane quando sussistono necessità di regolare rapidamente le portate e sono accettate rapide variazioni di livelli, mentre si utilizzano paratoie più lente quando vi siano necessità di mantenimento di almeno un livello entro limiti prefissati d'oscillazione.

Sono possibili anche impieghi combinati dei tipi sopradetti in relazione alla regolazione voluta.

Un'ulteriore analisi va condotta in relazione alla presenza o meno di addetti all'esercizio in prossimità delle opere di regolazione ed in rapporto alla tipologia del trasporto solido nel corso d'acqua regolato.

2.4.2 Preparazione alla manutenzione

Lo svolgimento degli interventi di manutenzione delle paratoie è preceduta da operazioni atte a mettere l'organo su cui si va ad operare in condizione ottimale, sia dal punto di vista logistico che della sicurezza.

Tali interventi consistono secondo i casi in:

1. panconatura, che talvolta può richiedere anche l'intercettazione dell'acqua di valle;
2. fuori servizi totali e/o parziali;

A seconda di quanto già detto precedentemente, in relazione alle condizioni logistiche delle paratoie, quindi nei seguenti casi:

1. presenza di materiale di grosse dimensioni trasportato dal corso d'acqua;
2. elevata velocità dell'acqua;
3. presenza di possibili agenti corrosivi;
4. frequenza di utilizzo.

si può determinare la frequenza degli interventi mirati al controllo, verifica e manutenzione di tali organi.

Normalmente l'ordinaria manutenzione comprende:

1. trattamento anticorrosivo;
2. sostituzioni delle tenute;
3. revisione del sistema di scorrimento (ruote, gargami e vie di corsa), da eseguire con cadenza decennale. Durante tale intervento devono essere eseguite verifiche e controlli attraverso i quali si preventiva il periodo per la successiva manutenzione. Nel caso di casse in cui non siano previste inondazioni periodiche, ai fini del recupero ambientale le verifiche di funzionalità degli organi meccanici dovrà necessariamente essere più frequente.
4. Eliminazione del materiale flottante nei pressi delle opere, da svolgere con frequenza annuale e dopo ogni piena.

La manutenzione straordinaria, di norma consistente nel controllo del sistema di movimentazione quali vitoni, madreviti, catene, riduttori ed attuatori e centraline oleodinamiche, è eseguita ogni 20 anni.

A fronte dei suddetti valori medi le frequenze registrate in impianti esistenti variano dalla metà al doppio. Nel caso specifico delle casse di espansione la frequenza di tali interventi sono funzione del tipo di gestione dell'opera e dell'intensità degli eventi di piena accaduti.

2.4.3 Interventi

2.4.3.1 Trattamento anticorrosivo

Il ciclo utilizzato più frequentemente consiste nelle operazioni di sabbiatura, applicazione di una mano di fondo di norma zincante epossidico a forte spessore, applicazione di 2 mani di finitura epossivinilica o epossicatrame, ognuna di 40 micron.

2.4.3.2 Tenute

Costituiscono la componente delle paratoie soggette alla massima variabilità tipologica, sia di forma sia di materiali; possono essere realizzate in legno, con profili di gomma EDPM od in lamierini d'acciaio inox per quanto riguarda la parte mobile, mentre per la parte fissa montata sui gargami è quasi sempre costituita da un piatto d'acciaio inox.

Gli interventi di manutenzione consistono nella sostituzione delle parti consumate, che nella quasi totalità dei casi, riguarda la parte mobile, mentre per la parte fissa possono essere eseguiti interventi di rettifica del piano di scorrimento quando questo presenti forti incisioni.

2.4.3.3 Sistema di scorrimento

Si effettua il controllo dei componenti del sistema di scorrimento confrontando le misure rilevate con i dati costruttivi dei vari pezzi meccanici. Si definiscono quindi le parti che possono essere oggetto di ricostruzione e nei casi peggiori di sostituzione. I rilievi riguardano:

1. le ruote ed i perni;
2. le bussole sia autolubrificanti che non;
3. l'allineamento delle vie di corsa;
4. le parti su cui strisciano le tenute.

2.4.3.4 Manutenzione straordinaria.

La manutenzione straordinaria comprende oltre ai precedenti controlli, l'intervento atto alla sostituzione di alcune parti di paratoia e/od organi di manovra che possono comprendere:

1. l'intelaiatura della paratoia;
2. le lamiere;
3. le catene;
4. i vitoni e le madreviti;
5. le centraline oleodinamiche;
6. gli attuatori.

In questa fase, il modo di intervento e le eventuali caratteristiche dei materiali da utilizzare (qualora fossero diversi da quelli originali) saranno dettate dalle condizioni in cui si viene a trovare la paratoia, in funzione del tempo trascorso dall'ultima manutenzione e dell'utilizzo.

E' da considerare che se in sede di progettazione dell'opera idraulica non è stata prevista la ridondanza degli organi di manovra e regolazione, le operazioni di manutenzione delle paratoie possono richiedere la messa fuori servizio dell'intero sistema idraulico.

3. Attività di manutenzione degli elementi di carattere naturalistico

3.1 Vegetazione

Il controllo della vegetazione è fondamentale per:

1. il mantenimento della funzionalità idraulica dell'opera;
2. verificare il successo degli impianti e controllare l'evoluzione strutturale della vegetazione;
3. assicurare l'affermazione e la protezione delle specie meno competitive o a crescita lenta in modo da promuovere la diversità floristica;
4. il controllo fitosanitario per la prevenzione di epidemie di parassiti;

Nella fase di esercizio dell'opera occorre verificare periodicamente le condizioni e le dinamiche connesse con i fattori sopraelencati ed eventualmente apportare interventi migliorativi al progetto originale. La maggior parte delle attività gestionali ricadranno comunque sulle operazioni di manutenzione, che consistono essenzialmente in sfalci della vegetazione erbacea acquatica e terrestre e potatura o interventi selvicolturali sulle specie legnose. La maggior parte degli accorgimenti gestionali proposti richiede qualche forma di pianificazione: devono essere predisposti piani dettagliati, temporalmente e spazialmente, dei lavori di taglio della vegetazione che rispettino le esigenze della vita selvatica.

3.1.1 Interventi sui boschi igrofilo

I boschi igrofilo sono formati da specie pioniere, rustiche e resistenti ma relativamente poco longeve, pertanto gli interventi di rinnovo del bosco possono essere più frequenti che nelle altre formazioni, inoltre le piante ripariali più grosse o perlomeno parti di esse subiscono schianti durante gli stati di piena. Spesso si incontrano boschi nei quali sono presenti segni evidenti di deperimento e senescenza, quali ad esempio, la presenza di alberi morti in piedi o in gravi difficoltà vegetative determinate anche da fenomeni di parassitismo come quello del defogliatore *Rinchaenus salici*. In questi casi è necessario intervenire con il taglio degli esemplari vecchi o danneggiati e il successivo rimboschimento delle radure da esso create. Un altro problema è l'invadenza di piante infestanti come la cucurbitacea *Sycios angulatos*, specie rampicante di origine nordamericana dalle grandi potenzialità riproduttive che, formando tappeti densi e continui impedisce la rinnovazione e la crescita di ogni pianta fino ai 4-5 m di altezza. Il controllo di questa pianta può essere effettuato con frequenti trinciature.

3.1.2 Controllo della vegetazione erbacea acquatica

Il taglio della vegetazione palustre dei canneti e dei fragmiteti è utile fondamentalemente per i seguenti motivi:

- rivitalizza pozze in fase di interrimento ricreando specchi d'acqua liberi, al fine di migliorare le capacità depurative dei sistemi e creare nuovi habitat per pesci e uccelli (svassi, anatre tuffatrici);
- fornisce un ulteriore elemento di differenziazione morfologica delle rive di laghi e corsi d'acqua.

Oltre a ciò il taglio di canneti evita la riduzione, anche se modesta, della capacità della vasca dovuta alle proliferazioni eccessive.

Il metodo di controllo della vegetazione più radicale è il dragaggio meccanico di fondo, che è però da usare con estrema cautela, dato il notevole impatto, soprattutto sulla fauna. E' quindi necessario programmare gli interventi scegliendo oculatamente il periodo più adatto per le lavorazioni, in modo da assicurare la massima efficacia con il minimo danno alla sfera vegetale e animale.

Intervento più mite è lo sfalcio, che tuttavia non impedisce la ripresa vegetativa per via agamica, responsabile delle notevoli capacità proliferative della vegetazione acquatica.

E' evidente che la soluzione ottimale risiede nuovamente nella programmazione spazio-temporale e nell'uso congiunto delle diverse soluzioni gestionali, a seguito del monitoraggio e dopo l'individuazione delle criticità.

Merita attenzione la differenziazione morfologica delle rive tramite taglio selettivo della vegetazione, specie nei riguardi delle rive dei bacini lacustri e palustri e di eventuali canali artificiali eutrofizzati e saturati di vegetazione (fossi irrigui, canali sfioratore e scolmatore nella sezione di magra). Nel primo caso si possono ottenere curvature, sinuosità e anfrattuosità del profilo della sponda agendo soltanto sulla forma del canneto. Nel secondo caso il taglio selettivo può servire, in tratti rettilinei del corso d'acqua, a creare "canali di corrente" meandreggianti sfalciando "a festoni" la vegetazione acquatica di riva. Questo intervento può differenziare le velocità della corrente all'interno dell'alveo a vantaggio della capacità di autodepurazione e della diversità morfologica.

3.2 Fauna

Si ricorda che l'obiettivo principale della rinaturalizzazione delle casse di espansione è quello di creare unità ecosistemiche paraturali dove si affermi un livello di biodiversità superiore, o al più uguale, a quello precedente l'intervento. Si può dunque comprendere l'importanza della fase di monitoraggio faunistico, che permette di seguire la risposta delle cenosi faunistiche alla nuova disponibilità di habitat naturale.

Le tecniche di censimento non sono diverse da quelle adottate nei procedimenti di analisi dello stato dei luoghi antecedenti l'intervento. Si tratta in sostanza di individuare e caratterizzare i popolamenti faunistici della cassa di espansione: invertebrati, pesci, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi, in modo da ricavare il tipo di fruizione, le eventuali situazioni di criticità e le prospettive di interventi migliorativi.

Un utile misura di gestione è la messa in opera di stazioni fisse di osservazione, ad esempio i cosiddetti *capanni*, molto usati nell'osservazione dell'avifauna acquatica.

La posa di nidi artificiali è un classico strumento di attrazione per gli uccelli, piccoli rifugi di legno posti sul tronco o sulla chioma degli alberi, che permettono, tra l'altro di stabilire delle postazioni fisse per le osservazioni naturalistiche.

La diversità di habitat è il miglior strumento a disposizione dei progettisti ambientali per garantire un equilibrio faunistico auto-indotto del sistema. Tuttavia, anche in caso di un'ottima progettazione ambientale, se a seguito di successive ricerche si riscontra la presenza di un problema di disequilibrio della biocenosi, diventano giustificabili delle immissioni faunistiche per stabilire gli strumenti di controllo biologico.

Le piene costituiscono la causa principale della colonizzazione delle aree umide da parte dei pesci quindi operazioni di immissione ittica non sono generalmente necessarie. Si tratta naturalmente di quelle casse nelle quali è possibile mantenere un'area umida. I bacini di acqua poco profonda con cospicua copertura di macrofite sono l'habitat ideale di proliferazione delle zanzare. Una forma di controllo biologico di eventuali esplosioni di questi insetti è rappresentata dall'immissione in questi bacini del pesciolino *Gambusia affinis*. Allo stato attuale non è possibile confermarne l'efficacia in contesti di questo tipo che è accertata, peraltro, in ambienti urbani. Gli stessi pesci sono inoltre preda importante per la fauna selvatica delle aree umide.

Le immissioni faunistiche potrebbero anche essere impiegate per operazioni sperimentali di reintroduzione di popolazioni storicamente presenti sul territorio e successivamente estinte per frammentazione degli habitat o per cause naturali. E' il caso soprattutto di anfibi o mammiferi. In questo caso si potranno trasferire alcuni esemplari da zone umide relativamente vicine seguendo e proteggendo la crescita della comunità. Tali operazioni devono essere effettuate solo dopo i necessari studi di fattibilità.

3.3 Ecosistemi acquatici

Il monitoraggio degli ecosistemi acquatici, analogamente a quello della fauna, segue i procedimenti adottati per le analisi preliminari di cui si è accennato al cap. 9. In particolare è fondamentale, anche dopo l'ultimazione dell'opera, proseguire le analisi di verifica della qualità chimica e biologica dell'acqua (analisi chimiche, I.B.E.). La presenza di fattori inquinanti o di eutrofizzazione delle acque è rilevabile anche da fenomeni localizzati di morie di organismi o proliferazioni algali. La pronta individuazione delle cause è assolutamente necessaria per adottare provvedimenti gestionali adatti. L'insieme degli interventi gestionali atti a modificare fasi significative della rete trofica per correggere l'ecologia dell'ambiente e le sue tendenze evolutive, pur rispettando la complessità e l'integrità dell'ecosistema, è nota come *biomanipolazione*. Si tratta, in sostanza, di interventi mirati sulla morfologia del substrato, sulla vegetazione o sulla fauna, che incidono più o meno indirettamente sui parametri chimico-biologici dei corpi idrici e che scaturiscono da accurati studi ambientali. Un esempio è il controllo delle macrofite galleggianti, che, crescendo sugli specchi d'acqua dei bacini poco profondi, impediscono alla luce di penetrare diminuendo l'attività algale e quindi la produzione di ossigeno. Inoltre la putrefazione sul posto dei vegetali produce un sovraccarico organico e aumenta notevolmente il volume dei sedimenti. Occorre dire, per contro, che l'ombreggiamento è positivo quando impedisce l'eccessiva proliferazione algale in bacini eutrofizzati. Pertanto le raccolte di macrofite devono essere effettuate in maniera e in misura oculata sulla base delle condizioni effettive dell'ecosistema.

Riferimenti Bibliografici

- AA.VV. *Progetto di parco fluviale del Savio a Cesena*. All'interno di: "Come progettare il parco fluviale, rinaturazione, tutela, valorizzazione", Atti del convegno 2 giugno 1995, 107-313 (1997).
- Anselmo V. *Dispositivi di invaso e laminazione a basso impatto ambientale*. Estratto dai "Quaderni di idronomia montana" n° 17/1997, Editoriale Bios, 65-75 (1997).
- Arcamone E., Tellini G. - *Cronaca ornitologica toscana: 1988-1989*. Estratto dai "Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno" n° 12, Livorno, 33-66 (1991-1992).
- Arcamone E., Massi A. - *Svernamento delle oche (Gen. Anser) in Toscana*. Estratto dai "Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno" n° 8, Livorno, 131-137
- Borin M., Razzara S., Zuin M.C. *Chiare, fresche e dolci acque*. Riv. "Acer" n° 2/1999, Il Verde Editoriale Milano, 44-49 (1999).
- Cazzuffi D. *L'impiego dei geosintetici nella sistemazione naturalistica dei corsi d'acqua*. U. Maione, A. Brath eds. Atti del corso di aggiornamento 7-11 ottobre 1996. Editoriale Bios, Cosenza (1997).
- De Giuli A., Meneghetti C. *Riserva naturale di Isola Boscone: problemi gestionali di un bosco fluviale*. Riv "Acer" n° 4/1994, Il Verde Editoriale Milano, 25-27 (1994).
- Ferrari C., Deville E., Richiardone G. Birsa D. - "Nocino": il ritorno dell'acqua. Riv. "Acer" n° 1/1997, il Verde Editoriale Milano, 24-26 (1997).
- Fin V., Cerato M., Coali R., Cerato M. *Ripristino della piazza di deposito con criteri naturalistici*. Atti del convegno "Tecniche di ingegneria naturalistica e rinaturalizzazione in ambito fluviale applicate alla gestione ittica e alla pesca", Associazione dei Pescatori Dilettanti Trentini - Associazione Italiana per l'Ingegneria naturalistica, 19/10/96. Edizioni Istituto Agrario S. Michele d'Adige (TN), 107-108 (1996).
- Hammer A.D. *Designing constructed wetlands systems to treat agricultural non point source pollution*. Ecological engineering n° 1 /92, Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, 49-82 (1992).
- Knight R. L. *Ancillary benefits and potential problems with the use of wetlands for non point source pollution control*. Ecological engineering n° 1 /92, Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, 97-113 (1992).
- Joly P., Morand A. - *Diversité des stratégies d'histoire de vie sous un régime multifactoriel de perturbations: les amphibiens de la plaine alluviale du Haut-Rhône français*. Université Claude Bernard Lyon 1, Villeurbanne, 1-33.
- Ghetti P.F. - *Manuale per la difesa dei fiumi*. Edizioni della Fondazione Giovanni Agnelli, 1-293, Torino (1993).
- Graziano L., A.A. 1996/97 - *Valorizzazione e recupero paesaggistico-ambientale di un'area del territorio fluviale di Po tra Carignano e Carmagnola*. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Torino- Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali- Corso di Laurea in Scienze Naturali, Torino, 1-93.
- Malcevschi S., Bisogni L. G., Gariboldi A. *Reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale*. Il Verde Editoriale Milano, 1-222 (1996).

Martignani F., Beltrami P., Maestri E. - *In campo sul Po*. Riv. "Acer" n° 1/1998, il Verde Editoriale Milano, 34-37 (1998).

Mengoli S. Rovai S. *Il lago di Sibolla: una proposta per la sua salvaguardia*. Riv. "Acer" n° 5/1992, il Verde Editoriale Milano, 15-17 (1992).

Mitsch W.J. *Landscape design and the role of created, restored and natural riparian wetlands in controlling non point source pollution*. "Ecological engineering" n° 1 /92, Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, 27-47 (1992).

Newbold C., Honnor J., Buckley K. *Nature conservation and the management of drainage channels*, Nature Conservancy Council - Association of Drainage Authorities. Inserto di "Biologia Ambientale" n° 1, 3-6/1993 (1989).

Newbold C., Purseglove J. & Holmes N. *Conservazione della natura e ingegneria fluviale*, Nature Conservancy Council. Inserto di "Biologia ambientale n°2/92", Centro Italiano studi di biologia ambientale, 1-35 (1983).

Pagnoncini C. *L'esperienza svizzera nell'applicazione delle tecniche di ingegneria naturalistica in ambito fluviale*. Atti del convegno "Tecniche di ingegneria naturalistica e rinaturalizzazione in ambito fluviale applicate alla gestione ittica e alla pesca", Associazione dei Pescatori Dilettanti Piacentini G. *Ingegneria naturalistica. La rinaturazione dei corsi d'acqua e delle aree degradate nella pianificazione del bacino del Po*. Riv. "Acer" n° 1/1995, 24-29 (1995).

Shannon C.E. & Weaver W. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana (1963).

Sanguanini P. *Progettazione, realizzazione e manutenzione delle arginature del fiume Po*. In La difesa idraulica del territorio. U. Maione, A. Brath editors. Atti del corso di aggiornamento. 7-11 ottobre 1996, Editoriale Bios, Cosenza (1997).

Trentini - Associazione Italiana per l'Ingegneria naturalistica, 19/10/96. Edizioni Istituto Agrario S. Michele d'Adige (TN), 23-32 (1996).

Villa M., Musco U. *Bio-manipoliamo il lago*. Riv. "Acer" n°2/98, il Verde Editoriale Milano, 32-37 (1998).